



PCT

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52

(SUZUKI, Teruhiko) [JP/JP]; 〒1410001 東京都品川区
北品川 6 丁目 7 番 3 5 号ソニー株式会社内 Tokyo
(JP). 杉山 晃 (SUGIYAMA, Akira) [JP/JP]; 〒1410001
東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号ソニー株式会
社内 Tokyo (JP). 小藪 恭平 (KOYABU, Kyohei) [JP/JP];
〒1410001 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号ソ
ニー株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 小池 晃, 外(KOIKE, Akira et al.); 〒1000011
東京都千代田区内幸町一丁目 1 番 7 号大和生命ビル
11 階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,

〔続葉有〕

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,

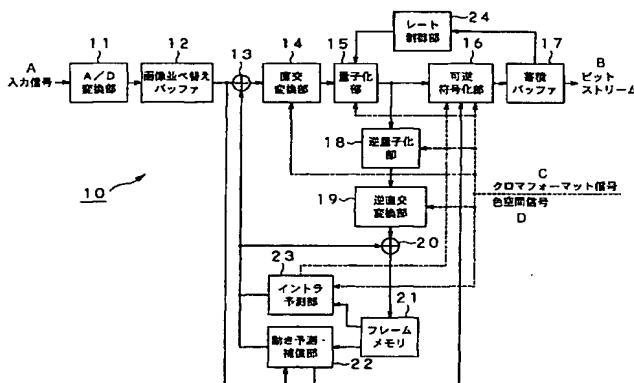
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,

(54) 発明の名称: 画像情報符号化装置及び方法、並びに画像情報復号装置及び方法



18...REVERSE QUANTIFYING UNIT
19...REVERSE ORTHOGONAL CONVERSION UNIT
23...INTRA PREDICTION UNIT
21...FRAME MEMORY
22...MOTION PREDICTION/COMPENSATION UNIT
24...RATE CONTROL UNIT
C...A CHROMA-FORMAT SIGNAL
D...A COLOR SPACE SIGNAL

〔繞葉有〕

BEST AVAILABLE COPY

WO 2005/009050 A1



SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN,
TD, TG).

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF,

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: 本発明は、入力画像信号の色成分の解像度及び色空間に基づいて画像内符号化を行う画像情報符号化装置であり、この画像情報符号化装置(10)において、イントラ予測部(23)は、色成分の解像度が4:2:0フォーマット、4:2:2フォーマット、4:4:4フォーマット等の何れであるかを示すクロマフォーマット信号、及び色空間がYCbCr、RGB、XYZ等の何れであるかを示す色空間信号に基づいて、予測画像を生成する際のブロックサイズを適応的に変更する。また、直交変換部(14)、量子化部(15)においても、クロマフォーマット信号及び色空間信号に応じて直交変換手法、量子化手法を変更する。可逆符号化部(16)は、このクロマフォーマット信号及び色空間信号を符号化し、画像圧縮情報に含める。

明 細 書

画像情報符号化装置及び方法、並びに画像情報復号装置及び方法 技術分野

- [0001] 本発明は、MPEG (Moving Picture Experts Group)、H. 26x等のように、離散コサイン変換又はカラーネン・レーベ変換等の直交変換と動き予測・補償とによって圧縮された画像圧縮情報(ビットストリーム)を、衛星放送、ケーブルTV若しくはインターネット等のネットワークメディアを介して受信する際に、又は光ディスク、磁気ディスク若しくはフラッシュメモリ等の記憶メディア上で処理する際に用いられる画像情報符号化装置及びその方法、並びに画像情報復号装置及びその方法に関する。

本出願は、日本国において2003年7月18日に出願された日本特許出願番号2003-277128を基礎として優先権を主張するものであり、この出願は参照することにより、本出願に援用される。

背景技術

- [0002] 近年、画像情報をデジタルとして取り扱い、その際、効率の高い情報の伝送、蓄積を目的とし、画像情報特有の冗長性を利用して、離散コサイン変換等の直交変換と動き予測・補償とにより圧縮するMPEGなどの方式に準拠した装置が、放送局などの情報配信、及び一般家庭における情報受信の双方において普及しつつある。

特に、MPEG2 (ISO/IEC 13818-2)は、汎用画像符号化方式として定義されており、飛び越し走査画像及び順次走査画像の双方、並びに標準解像度画像及び高精細画像を網羅する標準で、プロフェッショナル用途及びコンシューマー用途の広範なアプリケーションに現在広く用いられている。MPEG2圧縮方式を用いることにより、例えば720×480画素を持つ標準解像度の飛び越し走査画像であれば4〜8Mbps、1920×1088画素を持つ高解像度の飛び越し走査画像であれば18〜22Mbpsの符号量(ビットレート)を割り当てることで、高い圧縮率と良好な画質の実現が可能である。

MPEG2は、主として放送用に適合する高画質符号化を対象としていたが、MPEG1より低い符号量(ビットレート)、つまりより高い圧縮率の符号化方式には対応して

いなかった。しかし、携帯端末の普及により、今後そのような符号化方式のニーズは高まると思われ、これに対応してMPEG4符号化方式の標準化が行われた。画像符号化方式に関しては、1998年12月にISO/IEC 14496-2としてその規格が国際標準に承認された。

さらに、近年、テレビ会議用の画像符号化を当初の目的として、H.264 (ITU-T Q6/16 VCEG) という標準の規格化が進んでいる。H. 264は、MPEG2やMPEG4といった従来の符号化方式に比べ、その符号化、復号により多くの演算量が要求されるものの、より高い符号化効率が実現されることが知られている。また、現在、MPEG4の活動の一環として、このH. 264をベースに、H. 264ではサポートされない機能をも取り入れ、より高い符号化効率を実現する標準化がJVT (Joint Video Team) によって行われている。

ここで、離散コサイン変換又はカルーネン・レーベ変換等の直交変換と動き予測・補償とにより画像圧縮を実現する画像情報符号化装置の概略構成を図1に示す。図1に示すように、画像情報符号化装置100は、A/D (Analogue/Digital) 変換部101と、画像並び替えバッファ102と、加算器103と、直交変換部104と、量子化部105と、可逆符号化部106と、蓄積バッファ107と、逆量子化部108と、逆直交変換部109と、加算器110と、フレームメモリ111と、動き予測・補償部112と、イントラ予測部113と、レート制御部114とを備える。

図1において、A/D変換部101は、入力された画像信号をデジタル信号に変換する。画像並び替えバッファ102は、当該画像情報符号化装置100から出力される画像圧縮情報のGOP (Group of Pictures) 構造に応じて、フレームの並べ替えを行う。ここで、画像並び替えバッファ102は、イントラ (画像内) 符号化が行われる画像に関しては、フレーム全体の画像情報を直交変換部104に供給する。直交変換部104は、画像情報に対して離散コサイン変換又はカルーネン・レーベ変換等の直交変換を施し、変換係数を量子化部105に供給する。量子化部105は、直交変換部104から供給された変換係数に対して量子化処理を施す。

可逆符号化部106は、量子化された変換係数に対して可変長符号化、算術符号化等の可逆符号化を施し、符号化された変換係数を蓄積バッファ107に供給して蓄

積させる。この符号化された変換係数は、画像圧縮情報として出力される。

量子化部105の挙動は、レート制御部114によって制御される。また、量子化部105は、量子化後の変換係数を逆量子化部108に供給し、逆量子化部108は、その変換係数を逆量子化する。逆直交変換部109は、逆量子化された変換係数に対して逆直交変換処理を施して復号画像情報を生成し、その情報をフレームメモリ111に供給して蓄積させる。

一方、画像並び替えバッファ102は、インター(画像間)符号化が行われる画像に関しては、画像情報を動き予測・補償部112に供給する。動き予測・補償部112は、同時に参照される画像情報をフレームメモリ111より取り出し、動き予測・補償処理を施して参照画像情報を生成する。動き予測・補償部112は、この参照画像情報を加算器103に供給し、加算器103は、参照画像情報を当該画像情報との差分信号に変換する。また、動き補償・予測部112は、同時に動きベクトル情報を可逆符号化部106に供給する。

可逆符号化部106は、その動きベクトル情報に対して可変長符号化又は算術符号化等の可逆符号化処理を施し、画像圧縮情報のヘッダ部に挿入される情報を形成する。なお、その他の処理については、イントラ符号化を施される画像圧縮情報と同様であるため、説明を省略する。

ここで、上述したJVTで標準化が行われている符号化方式(以下、JVT Codecという。)では、イントラ符号化を行う際に、ブロック周辺の画素から予測画像を生成してその差分を符号化するというイントラ予測符号化が採用されている。すなわち、イントラ符号化が行われる画像に関しては、符号化する画素ブロックの近傍の既に符号化が終了した画素値から予測画像を生成し、その予測画像との差分が符号化される。逆量子化部108及び逆直交変換部109は、イントラ符号化された画素をそれぞれ逆量子化及び逆直交変換し、加算器110は、逆直交変換部109の出力と当該画素ブロックを符号化する際に使用された予測画像とを加算し、その加算値をフレームメモリ111に供給して蓄積させる。イントラ予測部113は、イントラ符号化される画素ブロックの場合には、既に符号化が終了しフレームメモリ111に蓄積されている近傍画素を読み出し、予測画像を生成する。このとき、予測画像の生成に用いたイントラ予測モー

ドについても可逆符号化部106において可逆符号化処理を施し、画像圧縮情報に含めて出力する。

続いて、上述した画像情報符号化装置100に対応する画像情報復号装置の概略構成を図2に示す。図2に示すように、画像情報復号装置120は、蓄積バッファ121と、可逆復号部122と、逆量子化部123と、逆直交変換部124と、加算器125と、画像並び替えバッファ126と、D/A (Digital/Analogue) 変換部127と、動き予測・補償部128と、フレームメモリ129と、イントラ予測部130とにより構成されている。

図2において、蓄積バッファ121は、入力された画像圧縮情報を一時的に格納した後、可逆復号部122に転送する。可逆復号部122は、定められた画像圧縮情報のフォーマットに基づき、画像圧縮情報に対して可変長復号又は算術復号等の処理を施し、量子化された変換係数を逆量子化部123に供給する。また、可逆復号部122は、当該フレームがインター符号化されたものである場合には、画像圧縮情報のヘッダ部に格納された動きベクトル情報についても復号し、その情報を動き予測・補償部128に供給する。

逆量子化部123は、可逆復号部122から供給された量子化後の変換係数を逆量子化し、変換係数を逆直交変換部124に供給する。逆直交変換部124は、定められた画像圧縮情報のフォーマットに基づき、変換係数に対して逆離散コサイン変換又は逆カルーネン・レーベ変換等の逆直交変換を施す。

ここで、当該フレームがイントラ符号化されたものである場合には、逆直交変換処理が施された画像情報は、画像並び替えバッファ126に格納され、D/A変換部127におけるD/A変換処理の後に出力される。

一方、当該フレームがインター符号化されたものである場合には、動き予測・補償部128は、可逆復号処理が施された動きベクトル情報とフレームメモリ129に格納された画像情報とに基づいて参照画像を生成し、加算器125に供給する。加算器125は、この参照画像と逆直交変換部124の出力とを合成する。なお、その他の処理については、イントラ符号化されたフレームと同様であるため、説明を省略する。

なお、JVT Codecではイントラ予測符号化が採用されているため、当該フレームがイントラ符号化されたものである場合には、イントラ予測部130は、フレームメモリ129か

ら画像を読みだし、可逆復号部122において可逆復号処理が施されたイントラ予測モードに従って予測画像を生成する。加算器125は、逆直交変換部124の出力とこの予測画像とを加算する。

以上説明した画像情報符号化装置100及び画像情報復号装置120については、例えば、特開2001-199818号公報、特開2002-20953号公報に開示されている。

ところで、JVT Codec (H.264 | MPEG-4 AVC) では、上述したように、イントラ符号化を行う際に、ブロックの周辺の画素から予測画像を生成してその差分を符号化するというイントラ予測符号化が採用されている。

ここで、輝度成分に関しては、 4×4 画素ブロック単位に予測を行うイントラ 4×4 予測モードと 16×16 画素ブロック(マクロブロック)単位で予測を行うイントラ 16×16 予測モードとの2つの予測方式が用いられている。

一方、色差成分に関しては、Cb, Crそれぞれの 8×8 ブロック単位で予測を行う。この予測符号化の方法は、イントラ 16×16 予測モードと同様であり、当該予測モードを 8×8 ブロック単位に変更したものである。色差のイントラ予測符号化における予測モードを図3に示す。図3に示すように、JVT Codecでは、

- (a) Vertical mode (mode=0)
- (b) Horizontal mode (mode=1)
- (c) DC mode (mode=2)
- (d) Plane Prediction mode (mode=3)

の4つの予測モードが定義されており、最も予測残差の少ない予測モードに従って予測画像が生成される。以下、この4つの予測モードにおける予測画像の生成手法について説明する。

- (a) Vertical mode (mode=0)

Vertical mode においては、色差ブロックの隣接する上側のブロックの画素($4:2:0$ フォーマットの場合、上のマクロブロック)をコピーして当該ブロックの予測画像とする。この場合の色差ブロックの予測画像predcは、隣接する上側のブロックの画素を $p[x, -1]$ とすると、以下の式(1)のように表される。なお、このモードは隣接する上側のブ

ロックが存在する場合にのみ用いることが可能である。

[数1]

$$pred_c[x, y] = p[x, -1] \quad (x, y = 0..7) \quad \dots (1)$$

(b) Horizontal mode (mode=1)

Horizontal mode においては、色差ブロックの隣接する左側のブロックの画素(4:2:0フォーマットの場合、左のマクロブロック)をコピーして当該ブロックの予測画像とする。この場合の色差ブロックの予測画像predcは、隣接する左側のブロックの画素をp[-1, y]とすると、以下の式(2)のように表される。なお、このモードは隣接する左側のブロックが存在する場合のみ用いることが可能である。

[数2]

$$pred_c[x, y] = p[-1, y] \quad (x, y = 0..7) \quad \dots (2)$$

(c) DC mode (mode=2)

DC mode においては、色差ブロックの隣接する上側及び左側のブロックの画素を用いてその平均値を予測画像とする。但し、隣接する画素が存在しない場合には、値128が予測信号として用いられる。

すなわち、x, y=0..3の場合、予測画像predc[x, y]は、隣接する上側の画素p[x, -1]及び左側の画素p[-1, y](但し、x, y=0..3)を用いて生成される。より詳しくは、(i)画素p[x, -1]及び画素p[-1, y]が共に存在する場合、(ii)画素p[x, -1]が存在し、画素p[-1, y]が存在しない場合、(iii)画素p[x, -1]が存在せず、画素p[-1, y]が存在する場合、(iv)画素p[x, -1]及び画素p[-1, y]が共に存在しない場合、の4つの場合において、それぞれ以下の式(3)～(6)に従って生成される。

[数3]

$$pred_c[x, y] = \left(\sum_{x'=0}^3 p[x', -1] + \sum_{y'=0}^3 p[-1, y'] + 4 \right) \gg 3 \quad (x, y = 0..3) \quad \dots (3)$$

$$pred_c[x, y] = \left(\sum_{x'=0}^3 p[x', -1] + 2 \right) \gg 2 \quad (x, y = 0..3) \quad \dots (4)$$

$$pred_c[x, y] = \left(\sum_{y'=0}^3 p[-1, y'] + 2 \right) \gg 2 \quad (x, y = 0..3) \quad \dots (5)$$

$$pred_c[x, y] = 128 \quad (x, y = 0..3) \quad \dots (6)$$

同様に、 $x=4..7$ 、 $y=0..3$ の場合、予測画像 $predc[x, y]$ は、隣接する上側の画素 $p[x, -1]$ 及び左側の画素 $p[-1, y]$ (但し、 $x=4..7$ 、 $y=0..3$)を用いて生成される。より詳しくは、(i)画素 $p[x, -1]$ が存在する場合、(ii)画素 $p[x, -1]$ が存在せず、画素 $p[-1, y]$ が存在する場合、(iii)画素 $p[x, -1]$ 及び画素 $p[-1, y]$ が共に存在しない場合、の3つの場合において、それぞれ以下の式(7)～(9)に従って生成される。

[数4]

$$pred_c[x, y] = \left(\sum_{x'=4}^7 p[x', -1] + 2 \right) \gg 2 \quad (x = 4..7, y = 0..3) \quad \dots (7)$$

$$pred_c[x, y] = \left(\sum_{y'=0}^3 p[-1, y'] + 2 \right) \gg 2 \quad (x = 4..7, y = 0..3) \quad \dots (8)$$

$$pred_c = 128 \quad (x = 4..7, y = 0..3) \quad \dots (9)$$

同様に、 $x=0..3$ 、 $y=4..7$ の場合、予測画像 $predc[x, y]$ は、隣接する上側の画素 $p[x, -1]$ 及び左側の画素 $p[-1, y]$ (但し、 $x=0..3$ 、 $y=4..7$)を用いて生成される。より詳しくは、(i)画素 $p[-1, y]$ が存在する場合、(ii)画素 $p[x, -1]$ が存在し、画素 $p[$

-1, y]が存在しない場合、(iii)画素p[x, -1]及び画素p[-1, y]が共に存在しない場合、の3つの場合において、それぞれ以下の式(10)～(12)に従って生成される。

[数5]

$$pred_c[x, y] = \left(\sum_{y'=4}^7 p[-1, y'] + 2 \right) \gg 2 \quad (x = 0..3, y = 4..7) \quad \dots (10)$$

$$pred_c[x, y] = \left(\sum_{x'=0}^3 p[x', -1] + 2 \right) \gg 2 \quad (x = 0..3, y = 4..7) \quad \dots (11)$$

$$pred_c = 128 \quad (x = 0..3, y = 4..7) \quad \dots (12)$$

同様に、x, y=4..7の場合、予測画像predc[x, y]は、隣接する上側の画素p[x, -1]及び左側の画素p[-1, y](但し、x, y=4..7)を用いて生成される。より詳しくは、(i)画素p[x, -1]及び画素p[-1, y]が共に存在する場合、(ii)画素p[x, -1]が存在し、画素p[-1, y]が存在しない場合、(iii)画素p[x, -1]が存在せず、画素p[-1, y]が存在する場合、(iv)画素p[x, -1]及び画素p[-1, y]が共に存在しない場合、の4つの場合において、それぞれ以下の式(13)～(16)に従って生成される。

[数6]

$$pred_c[x, y] = \left(\sum_{x'=4}^7 p[x', -1] + \sum_{y'=4}^7 p[-1, y'] + 4 \right) \gg 3 \quad (x, y = 4..7) \quad \dots (13)$$

$$pred_c[x, y] = \left(\sum_{x'=4}^7 p[x', -1] + 2 \right) \gg 2 \quad (x, y = 4..7) \quad \dots (14)$$

$$pred_c[x, y] = \left(\sum_{y'=4}^7 p[-1, y'] + 2 \right) \gg 2 \quad (x, y = 4..7) \quad \dots (15)$$

$$pred_c[x, y] = 128 \quad (x, y = 4..7) \quad \dots (16)$$

(d) Plane Prediction mode (mode=3)

Plane Prediction mode においては、色差ブロックの隣接する左側のブロックの画素(4:2:0フォーマットの場合、左のマクロブロック)と上側のブロックの画素から予測画像を平面近似して当該ブロックの予測画像とする。この場合の色差の予測画像predcは、隣接する左側のブロックの画素をp[-1, y]、上側のブロックをp[x, -1]とすると、以下の式(17)のように表される。ここで、式(17)におけるClip1は、0から255の範囲にクリッピングすることを示す。

[数7]

$$pred_c[x, y] = Clip1((a + b \times (x - 3) + c \times (y - 3) + 16) \gg 5) \quad (x, y = 0..7)$$

ただし、

$$\begin{cases} a = 16 \times (p[-1, 7] + p[7, -1]) \\ b = (17 \times H + 16) \gg 5 \\ c = (17 \times V + 16) \gg 5 \\ H = \sum_{x'=0}^3 (x'+1) \times (p[4+x', -1] - p[2-x', -1]) \\ V = \sum_{y'=0}^3 (y'+1) \times (p[-1, 4+y'] - p[-1, 2-y']) \end{cases}$$

以上のように、4つの予測モードの何れかによって色差成分のイントラ予測を行って予測画像を生成した後、加算器103において現在の画素ブロックとこの予測画像との差分信号が生成される。直交変換部104は、この8×8ブロックの差分信号に対して4×4画素ブロック単位で4×4整数変換を適用する。現在の画素ブロックから予測画像を引いた差分信号をF4x4とすると、4×4整数変換は、以下の式(18)のように表される。

[数8]

$$f_{4 \times 4} = T_{4 \times 4} \times F_{4 \times 4} \times T_{4 \times 4}^T \quad \dots (18)$$

ただし、

$$T_{4 \times 4} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & -1 & -2 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -2 & 2 & -1 \end{pmatrix}$$

さらにJVT Codecでは、4×4整数変換した後、図4に示すように、8×8ブロック中の4つの4×4ブロックの(0, 0)係数(DC係数)を集めて2×2ブロックを構成し、この2×2ブロックに対して2×2アダマール変換を適応する。これは、色差で用いられているイントラ予測の効率がそれ程高くなく、隣り合う4×4ブロック間の(0, 0)係数の間にまだ相関が残っているためである。この相関を利用してより符号化効率を高めるため、4×4ブロックの(0, 0)係数のみを集めて2×2ブロックを構成し、2×2アダマール変換を適用する。2×2のクロマDCブロックをfdc_{2x2}とすると、2×2アダマール変換後のクロマDCブロックfdc'_{2x2}は、以下の式(19)のように表される。

[数9]

$$fdc'_{2 \times 2} = T_{2 \times 2} \times fdc_{2 \times 2} \times T_{2 \times 2}^T \quad \dots (19)$$

ただし、

$$T_{2 \times 2} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}$$

整数変換の後、各係数は量子化される。輝度の量子化係数を求めるためのパラメータをQPyとすると、色差の量子化係数を求めるためのパラメータQPcは、以下のようにして算出される。

すなわち、まず画像圧縮情報中に符号化されるQPy(0から51の値をとる)及び色差の量子化係数のオフセット値chroma_qp_offsetを用いて、下記の式(20)に従ってパラメータQPiを計算する。但し、QPiは0から51の範囲にクリッピングされる。

[数10]

$$QPi = QPy + \text{chroma_qp_offset} \qquad \dots (20)$$

そして、このQPiを用いて以下の表1に示すテーブルから色差のパラメータQPcを求める。

[表1]

QP _i	<30	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
QP _c	=QP _i	29	30	31	32	32	33	34	34	35	35	36	36	37	37	37	38	38	38	39	39	39	39

ここで、量子化前の各AC係数の値をfとし、量子化後の各AC係数の値をf'とすると、量子化後の係数の値は以下の式(21)で表される。

[数11]

$$f'[i,j] = (f[i,j] \times Q(QP_c \% 6, i, j) + r) \gg (15 + QP_c / 6) \quad (i, j = 0..3) \\ \dots (21)$$

ただし、

$$\left\{ \begin{array}{l} Q(QP_c \% 6, i, j) = \text{quantMat}[QP_c \% 6][0], (i, j) \in \{(0,0), (0,2), (2,0), (2,2)\} \\ \quad = \text{quantMat}[QP_c \% 6][1], (i, j) \in \{(1,1), (1,3), (3,1), (3,3)\} \\ \quad = \text{quantMat}[QP_c \% 6][2], \text{otherwise} \\ \text{quantMat}[6][3] = \begin{bmatrix} 13107 & 5243 & 8224 \\ 11651 & 4660 & 7358 \\ 10486 & 4143 & 6554 \\ 9198 & 3687 & 5825 \\ 8322 & 3290 & 5243 \\ 7384 & 2943 & 4660 \end{bmatrix} \end{array} \right.$$

一方、量子化前の各DC係数の値をfdcとし、量子化後の各DC係数の値をfdc'とすると、量子化後の係数の値は以下の式(22)で表される。なお、式(22)におけるrは、丸め処理のための定数である。

[数12]

$$fdc'[i,j] = (fdc[i,j] \times Q(QP_c \% 6, 0, 0) + r) \gg (16 + QP_c / 6) \quad (i, j = 0..1) \\ \dots (22)$$

また、AC係数の逆量子化は、逆量子化後のAC係数をf''とすると、以下の式(23)で表される。

[数13]

$$f'[i, j] = (f[i, j] \times IQ(QP_c \% 6, i, j) + r) \ll (QP_c / 6) \quad (i, j = 0..3) \quad \dots (23)$$

ただし、

$$\left\{ \begin{array}{l} IQ(QP_c \% 6, i, j) = iquantMat[QP_c \% 6][0], (i, j) \in \{(0,0), (0,2), (2,0), (2,2)\} \\ \quad = iquantMat[QP_c \% 6][1], (i, j) \in \{(1,1), (1,3), (3,1), (3,3)\} \\ \quad = iquantMat[QP_c \% 6][2], otherwise \end{array} \right. \quad iquantMat[6][3] = \begin{bmatrix} 10 & 16 & 13 \\ 11 & 18 & 14 \\ 13 & 20 & 16 \\ 14 & 23 & 18 \\ 16 & 25 & 20 \\ 18 & 29 & 23 \end{bmatrix}$$

一方、DC係数の逆量子化は、逆量子化後のDC係数をfdc”とすると、QPcが6以上である場合には、以下の式(24)で表され、QPcが6未満である場合には、以下の式(25)で表される。

[数14]

$$fdc'[i, j] = (fdc[i, j] \times IQ(QP_c \% 6, i, j)) \ll (QP_c / 6 - 1) \quad (i, j = 0..3) \quad \dots (24)$$

$$fdc''[i, j] = (fdc[i, j] \times IQ(QP_c \% 6, i, j)) \gg 1 \quad (i, j = 0..3) \quad \dots (25)$$

以上のようにして、JVT Codecではイントラ予測符号化が行われているが、上記手法を用いても、色差のイントラ予測符号化はブロックサイズが小さいため、輝度と比べると符号化効率がよくないという問題があった。

また、上記手法は、4:2:0フォーマット、YCbCr色空間のみにしか対応しておらず、4:2:2フォーマット、4:4:4フォーマット、RGB色空間、XYZ色空間等の場合には符号化することができないという問題があった。

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0003] 本発明は、上述したような従来の実情に鑑みて提案されたものであり、4:2:2フォーマット、4:4:4フォーマット、RGB色空間、XYZ色空間等の画像であっても、より効率よく符号化することを可能にする画像情報符号化装置及びその方法、並びに画像情報復号装置及びその方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0004] 本発明に係る画像情報符号化装置は、入力画像信号をブロック化し、該ブロック単位で直交変換を施して量子化を行う画像情報符号化装置において、色信号の解像度を示すクロマフォーマット信号及び色空間を示す色空間信号に基づき、ブロックサイズを適応的に変更して、色信号を画像内予測符号化する際の予測画像を生成する画像内予測手段と、画像内予測手段によって生成された予測画像と原画像との差分信号を所定のブロックサイズ単位で整数変換する変換手段と、この変換手段による変換に応じて量子化手法を適応的に変更し、変換手段によって生成された変換係数を量子化する量子化手段と、量子化手段によって量子化された変換係数と、クロマフォーマット信号及び色空間信号とを符号化する符号化手段とを備える。

また、本発明に係る画像情報符号化方法は、入力画像信号をブロック化し、該ブロック単位で直交変換を施して量子化を行う画像情報符号化方法において、色信号の解像度を示すクロマフォーマット信号及び色空間を示す色空間信号に基づき、ブロックサイズを適応的に変更して、色信号を画像内予測符号化する際の予測画像を生成する画像内予測工程と、画像内予測工程にて生成された予測画像と原画像との差分信号を所定のブロックサイズ単位で整数変換する変換工程と、変換工程における変換に応じて量子化手法を適応的に変更し、変換工程にて生成された変換係数を量子化する量子化工程と、量子化工程にて量子化された変換係数と、クロマフォーマット信号及び色空間信号とを符号化する符号化工程とを有する。

このような画像情報符号化装置及びその方法では、入力画像信号を画像内予測符号化する際に、色成分の解像度が例えば4:2:0フォーマット、4:2:2フォーマット、4:4:4フォーマット等の何れであるかを示すクロマフォーマット信号、及び色空間が例えばYCbCr、RGB、XYZ等の何れであるかを示す色空間信号に基づいて、予測画像を生成する際のブロックサイズを適応的に変更する。さらに、この画像情報符号

化装置及びその方法では、量子化された変換係数と共に、クロマフォーマット信号及び色空間信号を符号化する。

また、本発明に係る画像情報復号装置は、入力画像信号をブロック化し、該ブロック単位で直交変換を施して量子化された画像圧縮情報を逆量子化し、逆直交変換を施して復号する画像情報復号装置において、量子化され符号化された変換係数と、色信号の解像度を示すクロマフォーマット信号及び色空間を示す色空間信号とを復号する復号手段と、クロマフォーマット信号及び色空間信号に応じて逆量子化手法を適応的に変更し、復号手段によって復号された変換係数を逆量子化する逆量子化手段と、逆量子化されたブロックを整数変換する逆変換手段と、逆変換手段からの出力信号を用いて、クロマフォーマット信号及び色空間信号に応じたブロックサイズで、色信号を画像内予測復号する際の予測画像を生成する画像内予測手段とを備える。

さらに、本発明に係る画像情報復号方法は、入力画像信号をブロック化し、該ブロック単位で直交変換を施して量子化された画像圧縮情報を逆量子化し、逆直交変換を施して復号する画像情報復号方法において、量子化され符号化された変換係数と、色信号の解像度を示すクロマフォーマット信号及び色空間を示す色空間信号とを復号する復号工程と、クロマフォーマット信号及び色空間信号に応じて逆量子化手法を適応的に変更し、復号工程にて復号された変換係数を逆量子化する逆量子化工程と、逆量子化されたブロックを整数変換する逆変換工程と、逆変換工程の出力信号を用いて、クロマフォーマット信号及び色空間信号に応じたブロックサイズで、色信号を画像内予測復号する際の予測画像を生成する画像内予測工程とを有する。

このような画像情報復号装置及びその方法では、色成分の解像度が例えば4:2:0フォーマット、4:2:2フォーマット、4:4:4フォーマット等の何れであるかを示すクロマフォーマット信号、及び色空間が例えばYCbCr、RGB、XYZ等の何れであるかを示す色空間信号を復号し、このクロマフォーマット信号及び色空間信号に応じたブロックサイズで、色信号を画像内予測復号する際の予測画像を生成する。

発明の効果

[0005] 本発明に係る画像情報符号化装置及びその方法、並びに画像情報復号装置及び

その方法によれば、4:2:0フォーマット、YCbCr色空間の場合のみならず、4:2:2フォーマット、4:4:4フォーマット、RGB色空間、XYZ色空間等の場合にも、画像内予測によって、効率よく符号化、復号することができる。

本発明の更に他の目的、本発明によって得られる具体的な利点は、以下において図面を参照して説明される実施の形態の説明から一層明らかにされるであろう。

図面の簡単な説明

- [0006] [図1]図1は、離散コサイン変換又はカルーネン・レーベ変換等の直交変換と動き予測・補償とにより画像圧縮を実現する従来の画像情報符号化装置の概略構成を示すブロック図である。
- [図2]図2は、同画像情報符号化装置に対応する従来の画像情報復号装置の概略構成を示すブロック図である。
- [図3]図3は、VT Codec における4つのイントラ予測モードを説明する図である。
- [図4]図4は、8×8ブロック中の4つの4×4ブロックのDC係数を集めて2×2ブロックを構成する様子を示す図である。
- [図5]図5は、本発明に係る画像情報符号化装置の概略構成を示すブロック図である。
- 。
- [図6]図6は、本発明に係る画像情報符号化装置におけるイントラ予測部の構成の一例を示すブロック図である。
- [図7]図7は、本発明に係る画像情報符号化装置における直交変換部の構成の一例を示す図である。
- [図8]図8は、縦方向に連続する2つの8×8ブロック中の8つの4×4ブロックのDC係数を集めて2×4ブロックを構成する様子を示す図である。
- [図9]図9は、本発明に係る画像情報符号化装置における量子化部の構成の一例を示すブロック図である。
- [図10]図10は、本発明に係る画像情報符号化装置における逆量子化部の構成の一例を示すブロック図である。
- [図11]図11は、本発明に係る画像情報符号化装置における逆直交変換部の構成の一例を示すブロック図である。

[図12]図12は、本発明に係る画像情報復号装置の概略構成を示すブロック図である。

発明を実施するための最良の形態

[0007] 以下、本発明を適用した具体的な実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明するが、本発明はこの実施の形態のみに限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能であることは勿論である。

(1) 画像情報符号化装置の構成及び動作

先ず、本発明に係る画像情報符号化装置の概略構成を図5に示す。画像情報符号化装置10は、図5に示すように、A/D(Analogue/Digital)変換部11と、画像並び替えバッファ12と、加算器13と、直交変換部14と、量子化部15と、可逆符号化部16と、蓄積バッファ17と、逆量子化部18と、逆直交変換部19と、加算器20と、フレームメモリ21と、動き予測・補償部22と、イントラ予測部23と、レート制御部24とにより構成されている。

図5において、A/D変換部11は、入力された画像信号をデジタル信号に変換する。そして、画像並び替えバッファ12は、当該画像情報符号化装置10から出力される画像圧縮情報のGOP(Group of Pictures)構造に応じて、フレームの並べ替えを行う。ここで、画像並び替えバッファ12は、イントラ(画像内)符号化が行われる画像に関しては、フレーム全体の画像情報を直交変換部14に供給する。直交変換部14は、画像情報に対して離散コサイン変換又はカルーネン・レーベ変換等の直交変換を施し、変換係数を量子化部15に供給する。量子化部15は、直交変換部14から供給された変換係数に対して量子化処理を施す。

可逆符号化部16は、量子化された変換係数に対して可変長符号化、算術符号化等の可逆符号化を施し、符号化された変換係数を蓄積バッファ17に供給して蓄積させる。この符号化された変換係数は、画像圧縮情報として出力される。

量子化部15の挙動は、レート制御部24によって制御される。また、量子化部15は、量子化後の変換係数を逆量子化部18に供給し、逆量子化部18は、その変換係数を逆量子化する。逆直交変換部19は、逆量子化された変換係数に対して逆直交変換処理を施して復号画像情報を生成し、その情報をフレームメモリ21に供給して蓄

積させる。

一方、画像並び替えバッファ12は、インター(画像間)符号化が行われる画像に関しては、画像情報を動き予測・補償部22に供給する。動き予測・補償部22は、同時に参照される画像情報をフレームメモリ21より取り出し、動き予測・補償処理を施して参照画像情報を生成する。動き予測・補償部22は、この参照画像情報を加算器13に供給し、加算器13は、参照画像情報を当該画像情報との差分信号に変換する。また、動き補償・予測部22は、同時に動きベクトル情報を可逆符号化部16に供給する。

可逆符号化部16は、その動きベクトル情報に対して可変長符号化又は算術符号化等の可逆符号化処理を施し、画像圧縮情報のヘッダ部に挿入される情報を形成する。なお、その他の処理については、イントラ符号化を施される画像圧縮情報と同様であるため、説明を省略する。

ここで、上述したJVT Codecでは、イントラ符号化を行う際に、ブロック周辺の画素から予測画像を生成してその差分を符号化するというイントラ予測符号化が採用されている。すなわち、イントラ符号化が行われる画像(Iピクチャ、Iスライス、イントラマクロブロックなど)に関しては、符号化する画素ブロックの近傍の既に符号化が終了した画素値から予測画像を生成し、その予測画像との差分が符号化される。逆量子化部18及び逆直交変換部19は、イントラ符号化された画素をそれぞれ逆量子化及び逆直交変換し、加算器20は、逆直交変換部19の出力と当該画素ブロックを符号化する際に使用された予測画像とを加算し、その加算値をフレームメモリ21に供給して蓄積させる。イントラ予測部23は、イントラ符号化される画素ブロックの場合には、既に符号化が終了しフレームメモリ21に蓄積されている近傍画素を読み出し、予測画像を生成する。このとき、予測画像の生成に用いたイントラ予測モードについても可逆符号化部16において可逆符号化処理を施し、画像圧縮情報に含めて出力する。

(2) 画像情報符号化装置における本発明の適用部分

(2-1) イントラ予測部

イントラ予測部23の構成の一例を図6に示す。イントラ予測部23は、色成分の解像度が4:2:0フォーマット、4:2:2フォーマット、4:4:4フォーマット等の何れであるかを

示すクロマフォーマット信号、及び色空間がYCbCr、RGB、XYZ等の何れであるかを示す色空間信号に基づいて、予測の手法を切り替える。なお、クロマフォーマット信号及び色空間信号は、予め外部のユーザ等によって設定され、画像情報符号化装置10に供給される。

図6に示すイントラ予測部23において、クロマフォーマット信号及び色空間信号は、スイッチ30、32に供給される。スイッチ30、32では、クロマフォーマット信号及び色空間信号に基づき、イントラ予測器31a、31b、31cの何れかを選択し、フレームメモリ21から読み出した画像信号を選択したイントラ予測器に供給し、選択したイントラ予測器からの予測画像を出力する。スイッチ30、32は、同一のイントラ予測器を選択する。なお、この図6では、3種類のイントラ予測器31a、31b、31cの何れかを選択するものとして説明するが、このイントラ予測器の数、すなわち予測の方式の数は、任意に設定することができる。

(2-1-1)

まず、イントラ予測器31aの動作を説明する。このイントラ予測器31aでは、クロマフォーマット信号が4:2:0フォーマットを示し、色空間信号がYCbCrを示す画像信号に対し、8×8ブロックを単位として予測を行う。なお、イントラ予測器31aの動作は、前述した従来例と同様であるため、詳細な説明を省略する。

(2-1-2)

次に、イントラ予測器31bの動作を説明する。イントラ予測器31bにおいてもイントラ色差予測モードには、Vertical mode、Horizontal mode、DC mode、Plane prediction mode の4つの予測モードが存在する。このイントラ予測器31bでは、クロマフォーマット信号が4:2:2フォーマットを示し、色空間信号がYCbCrを示す画像信号に対し、マクロブロック中の連続する縦方向の2つの8×8ブロックをまとめて8×16ブロックを構成し、この8×16ブロックを単位として予測を行う。以下、このイントラ予測器31bにおける、4つの予測モードのそれぞれに従った予測画像の生成手法について説明する。

(a) Vertical mode (mode=0)

Vertical mode においては、色差ブロックの隣接する上側のブロックの画素をコピー

して当該ブロックの予測画像とする。この場合の色差の予測画像predcは、隣接する上側のブロックの画素を $p[x, -1]$ とすると、以下の式(26)のように表される。なお、このモードは隣接する上側のブロックが存在する場合にのみ用いることが可能である。

[数15]

$$pred_c[x, y] = p[x, -1] \quad (x = 0..7, y = 0..15) \quad \dots (26)$$

(b) Horizontal mode(mode=1)

Horizontal mode においては、色差ブロックの隣接する左側のブロックの画素をコピーして当該ブロックの予測画像とする。この場合の色差ブロックの予測画像predcは、隣接する左側のブロックの画素を $p[-1, y]$ とすると、以下の式(27)のように表される。なお、このモードは隣接する左側のブロックが存在する場合のみ用いることが可能である。

[数16]

$$pred_c[x, y] = p[-1, y] \quad (x = 0..7, y = 0..15) \quad \dots (27)$$

(c) DC mode(mode=2)

DC mode においては、色差ブロックの隣接する上側及び左側のブロックの画素を用いてその平均値を予測画像とする。但し、隣接する画素が存在しない場合には、値128が予測信号として用いられる。

すなわち、 $x, y = 0..3$ の場合、予測画像predc[x, y]は、隣接する上側の画素 $p[x, -1]$ 及び左側の画素 $p[-1, y]$ (但し、 $x, y = 0..3$)を用いて生成される。より詳しくは、(i)画素 $p[x, -1]$ 及び画素 $p[-1, y]$ が共に存在する場合、(ii)画素 $p[x, -1]$ が存在し、画素 $p[-1, y]$ が存在しない場合、(iii)画素 $p[x, -1]$ が存在せず、画素 $p[-1, y]$ が存在する場合、(iv)画素 $p[x, -1]$ 及び画素 $p[-1, y]$ が共に存在しない場合、の4つの場合において、それぞれ以下の式(28)～(31)に従って生成される。

[数17]

$$pred_c[x, y] = \left(\sum_{x'=0}^3 p[x', -1] + \sum_{y'=0}^3 p[-1, y'] + 4 \right) \gg 3 \quad (x, y = 0..3) \quad \dots (28)$$

$$pred_c[x, y] = \left(\sum_{x'=0}^3 p[x', -1] + 2 \right) \gg 2 \quad (x, y = 0..3) \quad \dots (29)$$

$$pred_c[x, y] = \left(\sum_{y'=0}^3 p[-1, y'] + 2 \right) \gg 2 \quad (x, y = 0..3) \quad \dots (30)$$

$$pred_c[x, y] = 128 \quad (x, y = 0..3) \quad \dots (31)$$

同様に、 $x=4..7, y=0..3$ の場合、予測画像 $predc[x, y]$ は、隣接する上側の画素 $p[x, -1]$ 及び左側の画素 $p[-1, y]$ (但し、 $x=4..7, y=0..3$)を用いて生成される。より詳しくは、(i)画素 $p[x, -1]$ が存在する場合、(ii)画素 $p[x, -1]$ が存在せず、画素 $p[-1, y]$ が存在する場合、(iii)画素 $p[x, -1]$ 及び画素 $p[-1, y]$ が共に存在しない場合、の3つの場合において、それぞれ以下の式(32)～(34)に従って生成される。

[数18]

$$pred_c[x, y] = \left(\sum_{x'=4}^7 p[x', -1] + 2 \right) \gg 2 \quad (x = 4..7, y = 0..3) \quad \dots (32)$$

$$pred_c[x, y] = \left(\sum_{y'=0}^3 p[-1, y'] + 2 \right) \gg 2 \quad (x = 4..7, y = 0..3) \quad \dots (33)$$

$$pred_c[x, y] = 128 \quad (x = 4..7, y = 0..3) \quad \dots (34)$$

同様に、 $x=0..3, y=4..7$ の場合、予測画像 $predc[x, y]$ は、隣接する上側の画素 $p[x, -1]$ 及び左側の画素 $p[-1, y]$ (但し、 $x=0..3, y=4..7$)を用いて生成される。より詳しくは、(i)画素 $p[-1, y]$ が存在する場合、(ii)画素 $p[x, -1]$ が存在し、画素 $p[-1, y]$ が存在しない場合、(iii)画素 $p[x, -1]$ 及び画素 $p[-1, y]$ が共に存在しない場

合、の3つの場合において、それぞれ以下の式(35)～(37)に従って生成される。

[数19]

$$pred_c[x, y] = \left(\sum_{y'=4}^7 p[-1, y'] + 2 \right) \gg 2 \quad (x = 0..3, y = 4..7) \quad \dots (35)$$

$$pred_c[x, y] = \left(\sum_{x'=0}^3 p[x', -1] + 2 \right) \gg 2 \quad (x = 0..3, y = 4..7) \quad \dots (36)$$

$$pred_c = 128 \quad (x = 0..3, y = 4..7) \quad \dots (37)$$

同様に、 $x, y = 4..7$ の場合、予測画像 $predc[x, y]$ は、隣接する上側の画素 $p[x, -1]$ 及び左側の画素 $p[-1, y]$ (但し、 $x, y = 4..7$)を用いて生成される。より詳しくは、(i)画素 $p[x, -1]$ 及び画素 $p[-1, y]$ が共に存在する場合、(ii)画素 $p[x, -1]$ が存在し、画素 $p[-1, y]$ が存在しない場合、(iii)画素 $p[x, -1]$ が存在せず、画素 $p[-1, y]$ が存在する場合、(iv)画素 $p[x, -1]$ 及び画素 $p[-1, y]$ が共に存在しない場合、の4つの場合において、それぞれ以下の式(38)～(41)に従って生成される。

[数20]

$$pred_c[x, y] = \left(\sum_{x'=4}^7 p[x', -1] + \sum_{y'=4}^7 p[-1, y'] + 4 \right) \gg 3 \quad (x, y = 4..7) \quad \dots (38)$$

$$pred_c[x, y] = \left(\sum_{x'=4}^7 p[x', -1] + 2 \right) \gg 2 \quad (x, y = 4..7) \quad \dots (39)$$

$$pred_c[x, y] = \left(\sum_{y'=4}^7 p[-1, y'] + 2 \right) \gg 2 \quad (x, y = 4..7) \quad \dots (40)$$

$$pred_c[x, y] = 128 \quad (x, y = 4..7) \quad \dots (41)$$

同様に、 $x = 0..3, y = 8..11$ の場合、予測画像 $predc[x, y]$ は、隣接する上側の画素 $p[x, -1]$ 及び左側の画素 $p[-1, y]$ (但し、 $x = 0..3, y = 8..11$)を用いて生成され

る。より詳しくは、(i)画素 $p[-1, y]$ が存在する場合、(ii)画素 $p[x, -1]$ が存在し、画素 $p[-1, y]$ が存在しない場合、(iii)画素 $p[x, -1]$ 及び画素 $p[-1, y]$ が共に存在しない場合、の3つの場合において、それぞれ以下の式(42)～(44)に従って生成される。

[数21]

$$pred_c[x, y] = \left(\sum_{y'=8}^{11} p[-1, y'] + 2 \right) >> 2 \quad (x = 0..3, y = 8..11) \quad \dots (42)$$

$$pred_c[x, y] = \left(\sum_{x'=0}^3 p[x', -1] + 2 \right) >> 2 \quad (x = 0..3, y = 8..11) \quad \dots (43)$$

$$pred_c = 128 \quad (x = 0..3, y = 8..11) \quad \dots (44)$$

同様に、 $x=4..7, y=8..11$ の場合、予測画像 $predc[x, y]$ は、隣接する上側の画素 $p[x, -1]$ 及び左側の画素 $p[-1, y]$ (但し、 $x=4..7, y=8..11$)を用いて生成される。より詳しくは、(i)画素 $p[x, -1]$ 及び画素 $p[-1, y]$ が共に存在する場合、(ii)画素 $p[x, -1]$ が存在し、画素 $p[-1, y]$ が存在しない場合、(iii)画素 $p[x, -1]$ が存在せず、画素 $p[-1, y]$ が存在する場合、(iv)画素 $p[x, -1]$ 及び画素 $p[-1, y]$ が共に存在しない場合、の4つの場合において、それぞれ以下の式(45)～(48)に従って生成される。

[数22]

$$pred_c[x, y] = \left(\sum_{x'=4}^7 p[x', -1] + \sum_{y'=8}^{11} p[-1, y'] + 4 \right) \gg 3 \quad (x = 4..7, y = 8..11) \quad \dots (45)$$

$$pred_c[x, y] = \left(\sum_{x'=4}^7 p[x', -1] + 2 \right) \gg 2 \quad (x = 4..7, y = 8..11) \quad \dots (46)$$

$$pred_c[x, y] = \left(\sum_{y'=8}^{11} p[-1, y'] + 2 \right) \gg 2 \quad (x = 4..7, y = 8..11) \quad \dots (47)$$

$$pred_c[x, y] = 128 \quad (x = 4..7, y = 8..11) \quad \dots (48)$$

同様に、 $x=0..3, y=12..15$ の場合、予測画像 $predc[x, y]$ は、隣接する上側の画素 $p[x, -1]$ 及び左側の画素 $p[-1, y]$ (但し、 $x=0..3, y=12..15$)を用いて生成される。より詳しくは、(i)画素 $p[-1, y]$ が存在する場合、(ii)画素 $p[x, -1]$ が存在し、画素 $p[-1, y]$ が存在しない場合、(iii)画素 $p[x, -1]$ 及び画素 $p[-1, y]$ が共に存在しない場合、の3つの場合において、それぞれ以下の式(49)～(51)に従って生成される。

[数23]

$$pred_c[x, y] = \left(\sum_{y'=12}^{15} p[-1, y'] + 2 \right) \gg 2 \quad (x = 0..3, y = 12..15) \quad \dots (49)$$

$$pred_c[x, y] = \left(\sum_{x'=0}^3 p[x', -1] + 2 \right) \gg 2 \quad (x = 0..3, y = 12..15) \quad \dots (50)$$

$$pred_c = 128 \quad (x = 0..3, y = 12..15) \quad \dots (51)$$

同様に、 $x=4..7, y=12..15$ の場合、予測画像 $predc[x, y]$ は、隣接する上側の画素 $p[x, -1]$ 及び左側の画素 $p[-1, y]$ (但し、 $x=4..7, y=12..15$)を用いて生成される。より詳しくは、(i)画素 $p[x, -1]$ 及び画素 $p[-1, y]$ が共に存在する場合、(ii)画素 $p[x, -1]$ が存在し、画素 $p[-1, y]$ が存在しない場合、(iii)画素 $p[x, -1]$ が存在せ

ず、画素 $p[-1, y]$ が存在する場合、(iv)画素 $p[x, -1]$ 及び画素 $p[-1, y]$ が共に存在しない場合、の4つの場合において、それぞれ以下の式(52)～(55)に従って生成される。

[数24]

$$pred_c[x, y] = \left(\sum_{x'=4}^7 p[x', -1] + \sum_{y'=12}^{15} p[-1, y'] + 4 \right) >> 3 \quad (x = 4..7, y = 12..15) \quad \dots (52)$$

$$pred_c[x, y] = \left(\sum_{x'=4}^7 p[x', -1] + 2 \right) >> 2 \quad (x = 4..7, y = 12..15) \quad \dots (53)$$

$$pred_c[x, y] = \left(\sum_{y'=12}^{15} p[-1, y'] + 2 \right) >> 2 \quad (x = 4..7, y = 12..15) \quad \dots (54)$$

$$pred_c[x, y] = 128 \quad (x = 4..7, y = 12..15) \quad \dots (55)$$

ここで、上述した予測方法では、単純に上側のブロックの8画素と左側のブロックの16画素との平均値を予測画像としているため、24での割り算を行う必要があり、演算量が多くなるという問題がある。そこで、以下のように予測方法を変形し、16(=24)での割り算を行うようにすることで、演算量を削減することができる。

すなわち、 $x, y = 0..7$ の場合、予測画像 $pred_c[x, y]$ は、隣接する上側の画素 $p[x, -1]$ 及び左側の画素 $p[-1, y]$ (但し、 $x, y = 0..7$)を用いて生成される。より詳しくは、(i)画素 $p[x, -1]$ 及び画素 $p[-1, y]$ が共に存在する場合、(ii)画素 $p[x, -1]$ が存在し、画素 $p[-1, y]$ が存在しない場合、(iii)画素 $p[x, -1]$ が存在せず、画素 $p[-1, y]$ が存在する場合、(iv)画素 $p[x, -1]$ 及び画素 $p[-1, y]$ が共に存在しない場合、の4つの場合において、それぞれ以下の式(56)～(59)に従って生成される。

[数25]

$$pred_c[x, y] = \left(\sum_{x'=0}^7 p[x', -1] + \sum_{y'=0}^7 p[-1, y'] + 8 \right) \gg 4 \quad (x, y = 0..7) \quad \dots (56)$$

$$pred_c[x, y] = \left(\sum_{x'=0}^7 p[x', -1] + 4 \right) \gg 3 \quad (x, y = 0..7) \quad \dots (57)$$

$$pred_c[x, y] = \left(\sum_{y'=0}^7 p[-1, y'] + 4 \right) \gg 3 \quad (x, y = 0..7) \quad \dots (58)$$

$$pred_c[x, y] = 128 \quad (x, y = 0..7) \quad \dots (59)$$

同様に、 $x=0..7$ 、 $y=8..15$ の場合、予測画像 $pred_c[x, y]$ は、隣接する上側の画素 $p[x, -1]$ 及び左側の画素 $p[-1, y]$ (但し、 $x=0..7$ 、 $y=8..15$)を用いて生成される。より詳しくは、(i)画素 $p[-1, y]$ が存在する場合、(ii)画素 $p[x, -1]$ が存在し、画素 $p[-1, y]$ が存在しない場合、(iii)画素 $p[x, -1]$ 及び画素 $p[-1, y]$ が共に存在しない場合、の3つの場合において、それぞれ以下の式(60)～(62)に従って生成される。

[数26]

$$pred_c[x, y] = \left(\sum_{y'=8}^{15} p[-1, y'] + 4 \right) \gg 3 \quad (x = 0..7, y = 8..15) \quad \dots (60)$$

$$pred_c[x, y] = \left(\sum_{x'=0}^7 p[x', -1] + 4 \right) \gg 3 \quad (x = 0..7, y = 8..15) \quad \dots (61)$$

$$pred_c[x, y] = 128 \quad (x = 0..7, y = 8..15) \quad \dots (62)$$

(d) Plane Prediction mode (mode=3)

Plane Prediction mode においては、色差ブロックの隣接する左側のブロックの画素と上側のブロックの画素から予測画像を平面近似して当該ブロックの予測画像とする。この場合の色差の予測画像 $pred_c$ は、隣接する左側のブロックの画素を $p[-1, y]$ 、

上側のブロックを $p[x, -1]$ とすると、以下の式(63)のように表される。ここで、式(63)におけるClip1は、0から255の範囲にクリッピングすることを示す。

[数27]

$$pred_c[x, y] = Clip1((a + b \times (x - 3) + c \times (y - 7) + 16) \gg 5) \quad (x = 0..7, y = 0..15)$$

ただし、

・・・(63)

$$\begin{cases} a = 16 \times (p[-1, 15] + p[7, -1]) \\ b = (17 \times H + 16) \gg 5 \\ c = (5 \times V + 32) \gg 6 \\ H = \sum_{x'=0}^3 (x'+1) \times (p[4+x', -1] - p[2-x', -1]) \\ V = \sum_{y'=0}^7 (y'+1) \times (p[-1, 8+y'] - p[-1, 6-y']) \end{cases}$$

(2-1-3)

続いて、イントラ予測器31cの動作を説明する。イントラ予測器31cにおいてもイントラ色差予測モードには、Vertical mode、Horizontal mode、DC mode、Plane prediction mode の4つの予測モードが存在する。このイントラ予測器31cでは、クロマフォーマット信号が4:4:4フォーマットを示し、色空間信号がYCbCr、RGB又はXYZを示す画像信号に対し、マクロブロック中の連続する縦横方向の4つの8×8ブロックをまとめて16×16ブロックを構成し、この16×16ブロックを単位として予測を行う。以下、このイントラ予測器31cにおける、4つの予測モードのそれぞれに従った予測画像の生成手法について説明する。

(a) Vertical mode (mode=0)

Vertical mode においては、色差ブロックの隣接する上側のブロックの画素をコピーして当該ブロックの予測画像とする。この場合の色差の予測画像predcは、隣接する上側のブロックの画素を $p[x, -1]$ とすると、以下の式(64)のように表される。なお、このモードは隣接する上側のブロックが存在する場合にのみ用いることが可能である。

[数28]

$$pred_c[x, y] = p[x, -1] \quad (x, y = 0..15) \quad \dots (64)$$

(b) Horizontal mode (mode=1)

Horizontal mode においては、色差ブロックの隣接する左側のブロックの画素をコピーして当該ブロックの予測画像とする。この場合の色差ブロックの予測画像predcは、隣接する左側のブロックの画素をp[-1, y]とすると、以下の式(65)のように表される。なお、このモードは隣接する左側のブロックが存在する場合のみ用いることが可能である。

[数29]

$$pred_c[x, y] = p[-1, y] \quad (x, y = 0..15) \quad \dots (65)$$

(c) DC mode (mode=2)

DC mode においては、色差ブロックの隣接する上側及び左側のブロックの画素を用いてその平均値を予測画像とする。但し、隣接する画素が存在しない場合には、値128が予測信号として用いられる。

すなわち、x, y=0..15の場合、予測画像predc[x, y]は、隣接する上側の画素p[x, -1]及び左側の画素p[-1, y](但し、x, y=0..15)を用いて生成される。より詳しくは、(i)画素p[x, -1]及び画素p[-1, y]が共に存在する場合、(ii)画素p[x, -1]が存在し、画素p[-1, y]が存在しない場合、(iii)画素p[x, -1]が存在せず、画素p[-1, y]が存在する場合、(iv)画素p[x, -1]及び画素p[-1, y]が共に存在しない場合、の4つの場合において、それぞれ以下の式(66)～(69)に従って生成される。

[数30]

$$pred_c[x, y] = \left(\sum_{x'=0}^{15} p[x', -1] + \sum_{y'=0}^{15} p[-1, y'] + 16 \right) \gg 5 \quad (x, y = 0..15) \quad \dots (66)$$

$$pred_c[x, y] = \left(\sum_{x'=0}^{15} p[x', -1] + 8 \right) \gg 4 \quad (x, y = 0..15) \quad \dots (67)$$

$$pred_c[x, y] = \left(\sum_{y'=0}^{15} p[-1, y'] + 8 \right) \gg 4 \quad (x, y = 0..15) \quad \dots (68)$$

$$pred_c[x, y] = 128 \quad (x, y = 0..15) \quad \dots (69)$$

(d) Plane Prediction mode (mode=3)

Plane Prediction mode においては、色差ブロックの隣接する左側のブロックの画素と上側のブロックの画素から予測画像を平面近似して当該ブロックの予測画像とする。この場合の色差の予測画像predcは、隣接する左側のブロックの画素をp[-1, y]、上側のブロックをp[x, -1]とすると、以下の式(70)のように表される。ここで、式(70)におけるClip1は、0から255の範囲にクリッピングすることを示す。

[数31]

$$pred_c[x, y] = Clip1((a + b \times (x - 7) + c \times (y - 7) + 16) \gg 5) \quad (x, y = 0..15)$$

ただし、

... (70)

$$\begin{cases} a = 16 \times (p[-1, 15] + p[15, -1]) \\ b = (5 \times H + 32) \gg 6 \\ c = (5 \times V + 32) \gg 6 \\ H = \sum_{x'=0}^7 (x'+1) \times (p[8+x', -1] - p[6-x', -1]) \\ V = \sum_{y'=0}^7 (y'+1) \times (p[-1, 8+y'] - p[-1, 6-y']) \end{cases}$$

(2-2) 直交変換部

クロマフォーマット信号及び色空間信号は、直交変換部14にも供給される。

直交変換部14の構成の一例を図7に示す。直交変換部14は、色成分の解像度が4:2:0フォーマット、4:2:2フォーマット、4:4:4フォーマット等の何れであることを示すクロマフォーマット信号、及び色空間がYCbCr、RGB、XYZ等の何れであることを示す色空間信号に基づいて、直交変換の方式を切り替える。

図7に示す直交変換部14において、クロマフォーマット信号及び色空間信号は、スイッチ40、42に供給される。スイッチ40、42では、クロマフォーマット信号及び色空間信号に基づき、直交変換器41a、41b、41cの何れかを選択し、加算器13からの出力を選択した直交変換器に供給し、選択した直交変換器からの信号を出力する。スイッチ40、42は、同一の直交変換器を選択する。なお、この図7では、3種類の直交変換器41a、41b、41cの何れかを選択するものとして説明するが、この直交変換器の数、すなわち直交変換の方式の数は、任意に設定することができる。

(2-2-1)

まず、直交変換器41aの動作を説明する。この直交変換器41aでは、クロマフォーマット信号が4:2:0フォーマットを示し、色空間信号がYCbCrを示す画像信号に対して直交変換を行う。なお、直交変換器41aの動作は、前述した従来例と同様であるため、詳細な説明を省略する。

(2-2-2)

次に、直交変換器41bの動作を説明する。この直交変換器41bでは、クロマフォーマット信号が4:2:2フォーマットを示し、色空間信号がYCbCrを示す画像信号に対して直交変換を行う。

より詳しくは、色差のイントラ予測を行った後、8×8ブロック中の4×4画素ブロック単位で4×4整数変換を適用する。当該画素ブロックから予測画像を引いた差分信号をf4x4とすると、4×4直交変換は、以下の式(71)のように表される。

[数32]

$$f_{4 \times 4} = T_{4 \times 4} \times F_{4 \times 4} \times T_{4 \times 4}^T \quad \dots (71)$$

ただし、

$$T_{4 \times 4} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & -1 & -2 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -2 & 2 & -1 \end{pmatrix}$$

4×4整数変換した後、図8に示すように、縦方向に連続する2つの8×8ブロック中の8つの4×4ブロックの(0, 0)係数を集めて2×4ブロックを構成し、この2×4ブロックに対して2×4変換を適応する。これは色差で用いられているイントラ予測の効率がそれ程高くなく、隣り合う4×4ブロック間の(0, 0)係数の間にまだ相関が残っているためである。この相関を相関を利用してより符号化効率を高めるため、4×4ブロックの(0, 0)係数のみを集めて2×4ブロックを構成し、2×4変換を適用する。2×4のクロマDCのブロックをf2x4とすると、このクロマDCブロックに対する変換は、以下の式(72)のように表される。

[数33]

$$fdc'_{2 \times 4} = T_{v(4)} \times fdc_{2 \times 4} \times T_{h(2)}^T \quad \dots (72)$$

ただし、

$$T_{v(4)} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{pmatrix}$$

$$T_{h(2)} = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}$$

(2-2-3)

続いて、直交変換器41cの動作を説明する。この直交変換器41cでは、クロマフォーマット信号が4:4:4フォーマットを示し、色空間信号がYCbCr、RGB又はXYZを示す画像信号に対して直交変換を行う。

より詳しくは、4:4:4フォーマット、YCbCr、RGB、XYZを示す色差を4×4整数変換した後、輝度と同様にしてマクロブロック中の16個の(0, 0)係数を集めて4×4DC

ブロックを構成し、 4×4 変換を適用する。この変換は、以下の式(73)のように表される。

[数34]

$$fdc'_{4 \times 4} = T_{4 \times 4} \times fdc_{4 \times 4} \times T_{4 \times 4}^T \quad \dots (73)$$

ただし、

$$T_{4 \times 4} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{pmatrix}$$

(2-3) 量子化部

クロマフォーマット信号及び色空間信号は、量子化部15にも供給される。

量子化部15の構成の一例を図5に示す。量子化部15は、色成分の解像度が4:2:0フォーマット、4:2:2フォーマット、4:4:4フォーマット等の何れであることを示すクロマフォーマット信号、及び色空間がYCbCr、RGB、XYZ等の何れであることを示す色空間信号に基づいて、量子化の方式を切り替える。

図9に示す量子化部15において、クロマフォーマット信号及び色空間信号は、スイッチ50, 52に供給される。スイッチ50, 52では、クロマフォーマット信号及び色空間信号に基づき、量子化器51a, 51b, 51cの何れかを選択し、直交変換部14からの出力を選択した量子化器に供給し、選択した量子化器からの信号を出力する。スイッチ50, 52は、同一の量子化器を選択する。なお、この図9では、3種類の量子化器51a, 51b, 51cの何れかを選択するものとして説明するが、この量子化器の数、すなわち量子化の方式の数は、任意に設定することができる。

(2-3-1)

まず、量子化器51aの動作を説明する。この量子化器51aでは、クロマフォーマット信号が4:2:0フォーマットを示し、色空間信号がYCbCrを示す画像信号に対して量子化を行う。なお、量子化器51aの動作は、前述した従来例と同様であるため、詳細な説明を省略する。

(2-3-2)

次に、量子化器51bの動作を説明する。この量子化器51bでは、クロマフォーマット信号が4:2:2フォーマットを示し、色空間信号がYCbCrを示す画像信号に対して量子化を行う。

ここで、4:2:0フォーマットの場合におけるクロマDCの変換に用いられるアダマール変換は、以下の式(74)のように表される。

[数35]

$$\begin{aligned} fdc'_{2 \times 4} &= T_2 \times fdc_{2 \times 2} \times T_2^T \\ &= \frac{1}{2} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} fdc_{2 \times 2} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \end{aligned} \quad \dots (74)$$

ただし、

$$T_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}$$

一方、4:2:2フォーマットの場合におけるクロマDCの変換に用いられる2×4変換は、以下の式(75)のように表される。

[数36]

$$\begin{aligned} fdc'_{2 \times 4} &= T_{v(4)} \times fdc_{2 \times 4} \times T_{h(2)}^T \\ &= \frac{1}{2\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{pmatrix} f_{2 \times 4} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \end{aligned} \quad \dots (75)$$

ただし、

$$\begin{aligned} T_{v(4)} &= \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{pmatrix} \\ T_{h(2)} &= \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

したがって、4:2:0フォーマットでの変換による正規化係数は1/2であるのに対し

、4:2:2フォーマットでの変換による正規化係数は $1/2\sqrt{2}$ となる。しかしながら、この場合には実数演算が入ってしまうため、以下の式(76)で示すように簡略化する。

[数37]

$$\begin{aligned}
 fdc'_{2 \times 4} &= T_{v(4)} \times fdc_{2 \times 4} \times T_{h(2)}^T \\
 &= \frac{1}{2\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{pmatrix} fdc_{2 \times 4} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \quad \dots (76) \\
 &\approx \frac{1}{4} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{pmatrix} fdc_{2 \times 4} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}
 \end{aligned}$$

この正規化係数は、量子化の際のスケールと一緒に計算されているため、4:2:2フォーマットの変換の場合、量子化方法を以下のように変更する必要がある。

量子化後のDC係数を $Qf'[ij]$ とすると、 2×4 クロマDCブロックの量子化後の係数値は、例えば以下の式(77)で与えられる。ここで、式(77)における r は、丸め処理を変更するためのパラメータである。なお、AC係数に対する量子化は4:2:0フォーマットの場合と同様であるため、説明を省略する。

[数38]

$$\begin{aligned}
 Qfdc'[i,j] &= (fdc'[i,j] \times Q(QP_c \% 6, 0, 0) + r) \gg (15 + QP_c / 6) \quad (i = 0..1, j = 0..3) \\
 &\dots (77)
 \end{aligned}$$

(2-3-3)

続いて、量子化器51cの動作を説明する。この量子化器51cでは、クロマフォーマット信号が4:4:4フォーマットを示し、色空間信号がYCbCr、RGB又はXYZを示す画像信号に対して量子化を行う。

ここで、クロマDCの変換に用いられるアダマール変換は、以下の式(78)のように表される。したがって、この場合、変換の正規化係数は $1/4$ となる。

[数39]

$$\begin{aligned}
 fdc'_{4 \times 4} &= T_4 \times fdc_{4 \times 4} \times T_4^T \\
 &= \frac{1}{4} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{pmatrix} fdc_{4 \times 4} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{pmatrix} \\
 \text{ただし、} & \quad \cdot \cdot \cdot (78) \\
 T_4 &= \frac{1}{2} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{pmatrix}
 \end{aligned}$$

量子化後のDC係数を $Qf'[i,j]$ とすると、 4×4 クロマDCブロックの量子化後の係数値は、例えば以下の式(79)で与えられる。ここで、式(79)における r は、丸め処理を変更するためのパラメータである。

[数40]

$$Qfdc'[i,j] = (fdc'[i,j] \times Q(QP_c \% 6, 0, 0) + r) \gg (15 + QP_c / 6) \quad (i, j = 0..3)$$

\cdot \cdot \cdot (79)

(2-4) 逆量子化部

クロマフォーマット信号及び色空間信号は、逆量子化部18にも供給される。

逆量子化部18の構成の一例を図10に示す。逆量子化部18は、色成分の解像度が4:2:0フォーマット、4:2:2フォーマット、4:4:4フォーマット等の何れであることを示すクロマフォーマット信号、及び色空間がYCbCr、RGB、XYZ等の何れであることを示す色空間信号に基づいて、逆量子化の方式を切り替える。

図10に示す逆量子化部18において、クロマフォーマット信号及び色空間信号は、スイッチ60、62に供給される。スイッチ60、62では、クロマフォーマット信号及び色空間信号に基づき、逆量子化器61a、61b、61cの何れかを選択し、量子化部15からの出力を選択した逆量子化器に供給し、選択した逆量子化器からの信号を出力す

る。スイッチ60, 62は、同一の逆量子化器を選択する。なお、この図10では、3種類の逆量子化器61a, 61b, 61cの何れかを選択するものとして説明するが、この逆量子化器の数、すなわち逆量子化の方式の数は、任意に設定することができる。

(2-4-1)

まず、逆量子化器61aの動作を説明する。この逆量子化器61aでは、クロマフォーマット信号が4:2:0フォーマットを示し、色空間信号がYCbCrを示す画像信号に対して逆量子化を行う。なお、逆量子化器61aの動作は、前述した従来例と同様であるため、詳細な説明を省略する。

(2-4-2)

次に、逆量子化器61bの動作を説明する。この逆量子化器61bでは、クロマフォーマット信号が4:2:2フォーマットを示し、色空間信号がYCbCrを示す画像信号に対して逆量子化を行う。

より詳しくは、逆量子化後のDC係数を fdc'' とすると、 2×2 クロマDCブロックの逆量子化後の係数値は、 QP_c が6以上である場合には以下の式(80)で表され、 QP_c が6未満である場合には、以下の式(81)で表される。なお、AC係数に対する逆量子化は4:2:0フォーマットの場合と同様であるため、説明を省略する。

[数41]

$$fdc''[i,j] = (fdc'[i,j] \times Q(QP_c \% 6, 0, 0)) \ll (QP_c / 6 - 2) \quad (i = 0..1, j = 0..3) \\ \dots (80)$$

$$fdc''[i,j] = (fdc'[i,j] \times Q(QP_c \% 6, 0, 0)) \gg (2 - QP_c / 6) \quad (i = 0..1, j = 0..3) \\ \dots (81)$$

(2-4-3)

次に、逆量子化器61cの動作を説明する。この逆量子化器61cでは、クロマフォーマット信号が4:4:4フォーマットを示し、色空間信号がYCbCr、RGB又はXYZを示す画像信号に対して逆量子化を行う。

より詳しくは、逆量子化後のDC係数を fdc'' とすると、 4×4 クロマDCブロックの逆量子化後の係数値は、 QP_c が6以上である場合には以下の式(82)で表され、 QP_c が6

未満である場合には、以下の式(83)で表される。なお、AC係数に対する逆量子化は4:2:0フォーマットの場合と同様であるため、説明を省略する。

[数42]

$$fdc''[i,j] = (fdc'[i,j] \times Q(QP_c \% 6, 0, 0)) << (QP_c/6 - 2) \quad (i, j = 0..3) \\ \dots (82)$$

$$fdc''[i,j] = (fdc'[i,j] \times Q(QP_c \% 6, 0, 0)) >> (2 - QP_c/6) \quad (i, j = 0..3) \\ \dots (83)$$

(2-5) 逆直交変換部

クロマフォーマット信号及び色空間信号は、逆直交変換部19にも供給される。

逆直交変換部19の構成の一例を図11に示す。逆直交変換部19は、色成分の解像度が4:2:0フォーマット、4:2:2フォーマット、4:4:4フォーマット等の何れであることを示すクロマフォーマット信号、及び色空間がYCbCr、RGB、XYZ等の何れであることを示す色空間信号に基づいて、逆直交変換の方式を切り替える。

図11に示す逆直交変換部19において、クロマフォーマット信号及び色空間信号は、スイッチ70、72に供給される。スイッチ70、72では、クロマフォーマット信号及び色空間信号に基づき、逆直交変換器71a、71b、71cの何れかを選択し、逆量子化部18からの出力を選択した逆直交変換器に供給し、選択した逆直交変換器からの信号を出力する。スイッチ70、72は、同一の逆直交変換器を選択する。なお、この図11では、3種類の逆直交変換器71a、71b、71cの何れかを選択するものとして説明するが、この逆直交変換器の数、すなわち逆直交変換の方式の数は、任意に設定することができる。

(2-5-1)

まず、逆直交変換器71aの動作を説明する。この逆直交変換器71aでは、クロマフォーマット信号が4:2:0フォーマットを示し、色空間信号がYCbCrを示す画像信号に対して逆直交変換を行う。なお、逆直交変換器71aの動作は、前述した従来例と同様であるため、詳細な説明を省略する。

(2-5-2)

次に、逆直交変換器71bの動作を説明する。この逆直交変換器71bでは、クロマフォーマット信号が4:2:2フォーマットを示し、色空間信号がYCbCrを示す画像信号に対して逆直交変換を行う。

より詳しくは、 2×4 DCブロックに対して 2×4 逆変換を適用する。逆変換後の 2×4 のクロマDCブロックを $fdc'_{2 \times 4}$ '''とすると、このクロマDCブロックに対する逆変換は、以下の式(84)のように表される。

[数43]

$$fdc'_{2 \times 4}''' = T_{v(4)} \times fdc'_{2 \times 4}'' \times T_{h(2)}^T \quad \dots (84)$$

ただし、

$$T_{v(4)} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{pmatrix}$$

$$T_{h(2)} = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}$$

このクロマDC係数を図8に示したような 4×4 ブロックの(0, 0) 係数とし、各 4×4 ブロックの逆変換を行う。逆変換されたクロマDCである $fdc'_{2 \times 4}$ '''を(0, 0) 係数とする 4×4 ブロックの各係数を $F'_{4 \times 4}$ とし、逆変換後の 4×4 ブロックに復号差分信号を $F''_{4 \times 4}$ とすると、逆変換は、以下の式(85)のように表される。

[数44]

$$F''_{4 \times 4} = T_{4 \times 4} \times F'_{4 \times 4} \times T_{4 \times 4}^T \quad \dots (85)$$

ただし、

$$T_{4 \times 4} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & -1 & -2 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -2 & 2 & -1 \end{pmatrix}$$

(2-5-3)

続いて、逆直交変換器71cの動作を説明する。この逆直交変換器71cは、クロマフォーマット信号が4:4:4フォーマットを示し、色空間信号がYCbCr、RGB又はXYZを示す画像信号に対して逆直交変換を行う。

より詳しくは、4×4DCブロックに対して4×4逆変換を適用する。逆変換後の4×4のクロマDCブロックを $fdc_{4 \times 4}'''$ とすると、このクロマDCブロックに対する逆変換は、以下の式(86)のように表される。

[数45]

$$fdc_{4 \times 4}''' = T_4 \times fdc_{4 \times 4}'' \times T_4^T \quad \dots (86)$$

ただし、

$$T_4 = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{pmatrix}$$

このクロマDC係数をAC係数の4×4ブロックの(0, 0)係数とし、各4×4ブロックの逆変換を行う。逆変換されたクロマDCである $fdc_{4 \times 4}'''$ を(0, 0)係数とする4×4ブロックの各係数を $F'_{4 \times 4}$ とし、逆変換後の4×4ブロックに復号差分信号を $F''_{4 \times 4}$ とすると、逆変換は、以下の式(87)のように表される。

[数46]

$$F''_{4 \times 4} = T_{4 \times 4} \times F'_{4 \times 4} \times T_{4 \times 4}^T \quad \dots (87)$$

ただし、

$$T_{4 \times 4} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & -1 & -2 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -2 & 2 & -1 \end{pmatrix}$$

(2-6) その他のブロック

クロマフォーマット信号及び色空間信号は、可逆符号化部16にも供給されて可変長符号化又は算術符号化され、画像圧縮情報に含められて出力される。

このクロマフォーマット信号及び色空間信号は、例えば以下のようなシンタクスで符号化される。

```
seq_parameter_set_rbsp() {  
:  
    chroma_format_idc          u(2)  
    color_space_idc            u(2)  
:  
}
```

ここで、u(2)として符号化されるシンタクスは、例えば「001x1x0」という可変長符号で符号化される。このうち、x1, x0が符号化されるシンタクスの2ビットに相当する。

(3) 画像情報復号装置の構成及び動作

上述した画像情報符号化装置10に対応する画像情報復号装置の概略構成を図12に示す。図12に示すように、画像情報復号装置80は、蓄積バッファ81と、可逆復号部82と、逆量子化部83と、逆直交変換部84と、加算器85と、画像並び替えバッファ86と、D/A (Digital/Analogue) 変換部87と、動き予測・補償部88と、フレームメモリ89と、イントラ予測部90とにより構成されている。

図12において、入力となる画像圧縮情報は、先ず蓄積バッファ81に格納された後、可逆復号部82に転送される。可逆復号部82は、定められた画像圧縮情報のフォーマットに基づき、可変長復号又は算術復号等の処理を行う。また可逆復号部82は、当該フレームがインター符号化されたものである場合には、画像圧縮情報のヘッダ部に格納された動きベクトル情報をも復号し、その情報を動き予測・補償部88へ転送する。さらに可逆復号部82は、クロマフォーマット信号及び色空間信号を復号し、逆量子化部83、逆直交変換部84及びイントラ予測部90に供給する。

可逆復号部82の出力となる量子化された変換係数は、逆量子化部83に供給され、ここで変換係数として出力される。逆直交変換部84は、変換係数は、定められた画像圧縮情報のフォーマットに基づき、逆離散コサイン変換又は逆カルーネン・レーベ変換等の可逆変換を施す。当該フレームがイントラ符号化されたものである場合には、逆直交変換処理が施された画像情報は、画像並び替えバッファ86に格納され、D

／A変換処理の後に出力される。

ここで、当該フレーム又はマクロブロックがイントラ符号化されたものである場合、可逆復号部82で復号されたクロマフォーマット信号及び色空間信号に基づいて、上述と同様の逆量子化方法、逆直交変換方法、イントラ予測方法を用いて復号する。

一方、当該フレームがインター符号化されたものである場合には、可逆復号処理が施された動きベクトル情報、及びフレームメモリ89に格納された画像情報を元に参照画像が生成され、この参照画像と逆直交変換部84の出力とが加算器85において合成される。その他の処理はイントラ符号化されたフレームと同様であるため、説明を省略する。

なお、本発明は、図面を参照して説明した上述の実施例に限定されるものではなく、添付の請求の範囲及びその主旨を逸脱することなく、様々な変更、置換又はその同等のものを行うことができることは当業者にとって明らかである。

産業上の利用可能性

[0008] 本発明は、入力画像信号が4:2:0フォーマット、YCbCr色空間の場合のみならず、4:2:2フォーマット、4:4:4フォーマット、RGB色空間、XYZ色空間等の場合にも、画像内予測符号化を用いて、効率よく符号化することができる。

請求の範囲

- [1] 1. 入力画像信号をブロック化し、該ブロック単位で直交変換を施して量子化を行う画像情報符号化装置において、
- 色信号の解像度を示すクロマフォーマット信号及び色空間を示す色空間信号に基づき、ブロックサイズを適応的に変更して、色信号を画像内予測符号化する際の予測画像を生成する画像内予測手段と、
- 上記画像内予測手段によって生成された予測画像と原画像との差分信号を所定のブロックサイズ単位で整数変換する変換手段と、
- 上記変換手段による変換に応じて量子化手法を適応的に変更し、上記変換手段によって生成された変換係数を量子化する量子化手段と、
- 上記量子化手段によって量子化された上記変換係数と、上記クロマフォーマット信号及び上記色空間信号とを符号化する符号化手段と
- を備えることを特徴とする画像情報符号化装置。
- [2] 2. 上記変換手段は、上記所定のブロックサイズ単位で整数変換した後のDC成分のみを集めて構成されたブロックをさらに整数変換することを特徴とする請求の範囲第1項記載の画像情報符号化装置。
- [3] 3. 上記クロマフォーマット信号は、4:2:0フォーマット、4:2:2フォーマット及び4:4:4フォーマットを少なくとも含み、上記色空間信号は、YCbCr、RGB及びXYZを少なくとも含むことを特徴とする請求の範囲第2項記載の画像情報符号化装置。
- [4] 4. 上記画像内予測手段は、上記クロマフォーマット信号が4:2:0フォーマット、上記色空間信号がYCbCrである場合には、8×8画素単位で上記予測画像を生成することを特徴とする請求の範囲第3項記載の画像情報符号化装置。
- [5] 5. 上記画像内予測手段は、上記クロマフォーマット信号が4:2:2フォーマット、上記色空間信号がYCbCrである場合には、8×8画素のブロックを縦方向に並べた8×16画素単位で上記予測画像を生成することを特徴とする請求の範囲第3項記載の画像情報符号化装置。
- [6] 6. 上記画像内予測手段は、上記クロマフォーマット信号が4:4:4フォーマット、上記色空間信号がYCbCr、RGB又はXYZである場合には、8×8画素のブロックを縦横

方向に並べた16×16画素単位で上記予測画像を生成することを特徴とする請求の範囲第3項の画像情報符号化装置。

- [7] 7. 上記変換手段は、上記クロマフォーマット信号が4:2:0フォーマット、上記色空間信号がYCbCrである場合には、上記差分信号を4×4画素単位で整数変換し、変換後のDC成分を集めて構成された2×2画素単位のブロックをさらに整数変換すること
を特徴とする請求の範囲第4項記載の画像情報符号化装置。
- [8] 8. 上記2×2画素単位のブロックの各係数を $fdc_{2 \times 2}$ としたとき、該ブロックの整数変換後の各係数 $fdc'_{2 \times 2}$ は、下記式

[数1]

$$\begin{aligned} fdc'_{2 \times 2} &= T_2 \times fdc_{2 \times 2} \times T_2^T \\ &= \frac{1}{2} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} fdc_{2 \times 2} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

ただし、

$$T_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}$$

で表されることを特徴とする請求の範囲第7項記載の画像情報符号化装置。

- [9] 9. 上記変換手段は、上記クロマフォーマット信号が4:2:2フォーマット、上記色空間信号がYCbCrである場合には、上記差分信号を4×4画素単位で整数変換し、変換後のDC成分を集めて構成された2×4画素単位のブロックをさらに整数変換すること
を特徴とする請求の範囲第5項記載の画像情報符号化装置。
- [10] 10. 上記2×4画素単位のブロックの各係数を $fdc_{2 \times 4}$ としたとき、該ブロックの整数変換後の各係数 $fdc'_{2 \times 4}$ は、下記式

[数2]

$$\begin{aligned}
 fdc'_{2 \times 4} &= T_{v(4)} \times fdc_{2 \times 4} \times T_{h(2)}^T \\
 &= \frac{1}{2\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{pmatrix} fdc_{2 \times 4} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}
 \end{aligned}$$

ただし、

$$\begin{aligned}
 T_{v(4)} &= \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{pmatrix} \\
 T_{h(2)} &= \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}
 \end{aligned}$$

で表されることを特徴とする請求の範囲第9項記載の画像情報符号化装置。

- [11] 11. 上記fdc_{2x4}とfdc'_{2x4}との関係を、下記式
[数3]

$$\begin{aligned}
 fdc'_{2 \times 4} &= T_{v(4)} \times fdc_{2 \times 4} \times T_{h(2)}^T \\
 &= \frac{1}{2\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{pmatrix} fdc_{2 \times 4} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \\
 &\approx \frac{1}{4} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{pmatrix} fdc_{2 \times 4} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}
 \end{aligned}$$

と近似することを特徴とする請求の範囲第10項記載の画像情報符号化装置。

- [12] 12. 上記変換手段は、上記クロマフォーマット信号が4:4:4フォーマット、上記色空間信号がYCbCr、RGB又はXYZである場合には、上記差分信号を4×4画素単位で整数変換し、変換後のDC成分を集めて構成された4×4画素単位のブロックをさらに整数変換することを特徴とする請求の範囲第6項記載の画像情報符号化装置。

- [13] 13. 上記4×4画素単位のブロックの各係数を $fdc_{4 \times 4}$ としたとき、該ブロックの整数変換後の各係数 $fdc'_{4 \times 4}$ は、下記式

[数4]

$$\begin{aligned}
 fdc'_{4 \times 4} &= T_4 \times fdc_{4 \times 4} \times T_4^T \\
 &= \frac{1}{4} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{pmatrix} fdc_{4 \times 4} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{pmatrix}
 \end{aligned}$$

ただし、

$$T_4 = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{pmatrix}$$

で表されることを特徴とする請求の範囲第12項記載の画像情報符号化装置。

- [14] 14. 入力画像信号をブロック化し、該ブロック単位で直交変換を施して量子化を行う画像情報符号化方法において、

色信号の解像度を示すクロマフォーマット信号及び色空間を示す色空間信号に基づき、ブロックサイズを適応的に変更して、色信号を画像内予測符号化する際の予測画像を生成する画像内予測工程と、

上記画像内予測工程にて生成された予測画像と原画像との差分信号を所定のブロックサイズ単位で整数変換する変換工程と、

上記変換工程における変換に応じて量子化手法を適応的に変更し、上記変換工程にて生成された変換係数を量子化する量子化工程と、

上記量子化工程にて量子化された上記変換係数と、上記クロマフォーマット信号及び上記色空間信号とを符号化する符号化工程と

を有することを特徴とする画像情報符号化方法。

- [15] 15. 上記変換工程では、上記所定のブロックサイズ単位で整数変換した後のDC成分のみを集めて構成されたブロックをさらに整数変換することを特徴とする請求の範囲第14項記載の画像情報符号化方法。

- [16] 16. 上記クロマフォーマット信号は、4:2:0フォーマット、4:2:2フォーマット及び4:4:4フォーマットを少なくとも含み、上記色空間信号は、YCbCr、RGB及びXYZを少なくとも含むことを特徴とする請求の範囲第14項記載の画像情報符号化方法。
- [17] 17. 入力画像信号をブロック化し、該ブロック単位で直交変換を施して量子化された画像圧縮情報を逆量子化し、逆直交変換を施して復号する画像情報復号装置において、
- 量子化され符号化された変換係数と、色信号の解像度を示すクロマフォーマット信号及び色空間を示す色空間信号とを復号する復号手段と、
- 上記クロマフォーマット信号及び上記色空間信号に応じて逆量子化手法を適応的に変更し、上記復号手段によって復号された上記変換係数を逆量子化する逆量子化手段と、
- 上記逆量子化されたブロックを整数変換する逆変換手段と、
- 上記逆変換手段からの出力信号を用いて、上記クロマフォーマット信号及び上記色空間信号に応じたブロックサイズで、色信号を画像内予測復号する際の予測画像を生成する画像内予測手段と
- を備えることを特徴とする画像情報復号装置。
- [18] 18. 上記逆変換手段は、上記逆量子化されたブロックを整数変換し、この各係数を所定のブロックサイズのブロックの各DC成分として、上記所定のブロックサイズ単位でさらに整数変換することを特徴とする請求の範囲第17項記載の画像情報復号装置。
- [19] 19. 上記クロマフォーマット信号は、4:2:0フォーマット、4:2:2フォーマット及び4:4:4フォーマットを少なくとも含み、上記色空間信号は、YCbCr、RGB及びXYZを少なくとも含むことを特徴とする請求の範囲第18項記載の画像情報復号装置。
- [20] 20. 上記逆変換手段は、上記クロマフォーマット信号が4:2:0フォーマット、上記色空間信号がYCbCrである場合には、上記逆量子化された2×2画素単位のブロックを整数変換し、変換後の各係数を8×8画素のブロックを構成する4つの4×4画素単位のブロックの各DC係数としてさらに整数変換することを特徴とする請求の範囲第19項記載の画像情報復号装置。

- [21] 21. 上記逆変換手段は、上記クロマフォーマット信号が4:2:2フォーマット、上記色空間信号がYCbCrである場合には、上記逆量子化された 2×4 画素単位のブロックを整数変換し、変換後の各係数を 8×16 画素のブロックを構成する8つの 4×4 画素単位のブロックの各DC係数としてさらに整数変換することを特徴とする請求の範囲第19項記載の画像情報復号装置。
- [22] 22. 上記変換手段は、上記クロマフォーマット信号が4:4:4フォーマット、上記色空間信号がYCbCr、RGB又はXYZである場合には、上記逆量子化された 4×4 画素単位のブロックを整数変換し、変換後の各係数を 16×16 画素のブロックを構成する16つの 4×4 画素単位のブロックの各DC係数としてさらに整数変換することを特徴とする請求の範囲第19項記載の画像情報復号装置。
- [23] 23. 入力画像信号をブロック化し、該ブロック単位で直交変換を施して量子化された画像圧縮情報を逆量子化し、逆直交変換を施して復号する画像情報復号方法において、
- 量子化され符号化された変換係数と、色信号の解像度を示すクロマフォーマット信号及び色空間を示す色空間信号とを復号する復号工程と、
- 上記クロマフォーマット信号及び上記色空間信号に応じて逆量子化手法を適応的に変更し、上記復号工程にて復号された上記変換係数を逆量子化する逆量子化工程と、
- 上記逆量子化されたブロックを整数変換し、この各係数を所定のブロックサイズのブロックの各DC成分として、上記所定のブロックサイズ単位でさらに整数変換する逆変換工程と、
- 上記逆変換工程の出力信号を用いて、上記クロマフォーマット信号及び上記色空間信号に応じたブロックサイズで、色信号を画像内予測復号する際の予測画像を生成する画像内予測工程と
- を有することを特徴とする画像信号復号方法。
- [24] 24. 上記逆変換工程では、上記逆量子化されたブロックを整数変換し、この各係数を所定のブロックサイズのブロックの各DC成分として、上記所定のブロックサイズ単位でさらに整数変換することを特徴とする請求の範囲第23項記載の画像情報復号

方法。

- [25] 25. 上記クロマフォーマット信号は、4:2:0フォーマット、4:2:2フォーマット及び4:4:4フォーマットを少なくとも含み、上記色空間信号は、YCbCr、RGB及びXYZを少なくとも含むことを特徴とする請求の範囲第24項記載の画像情報復号方法。

[図1]

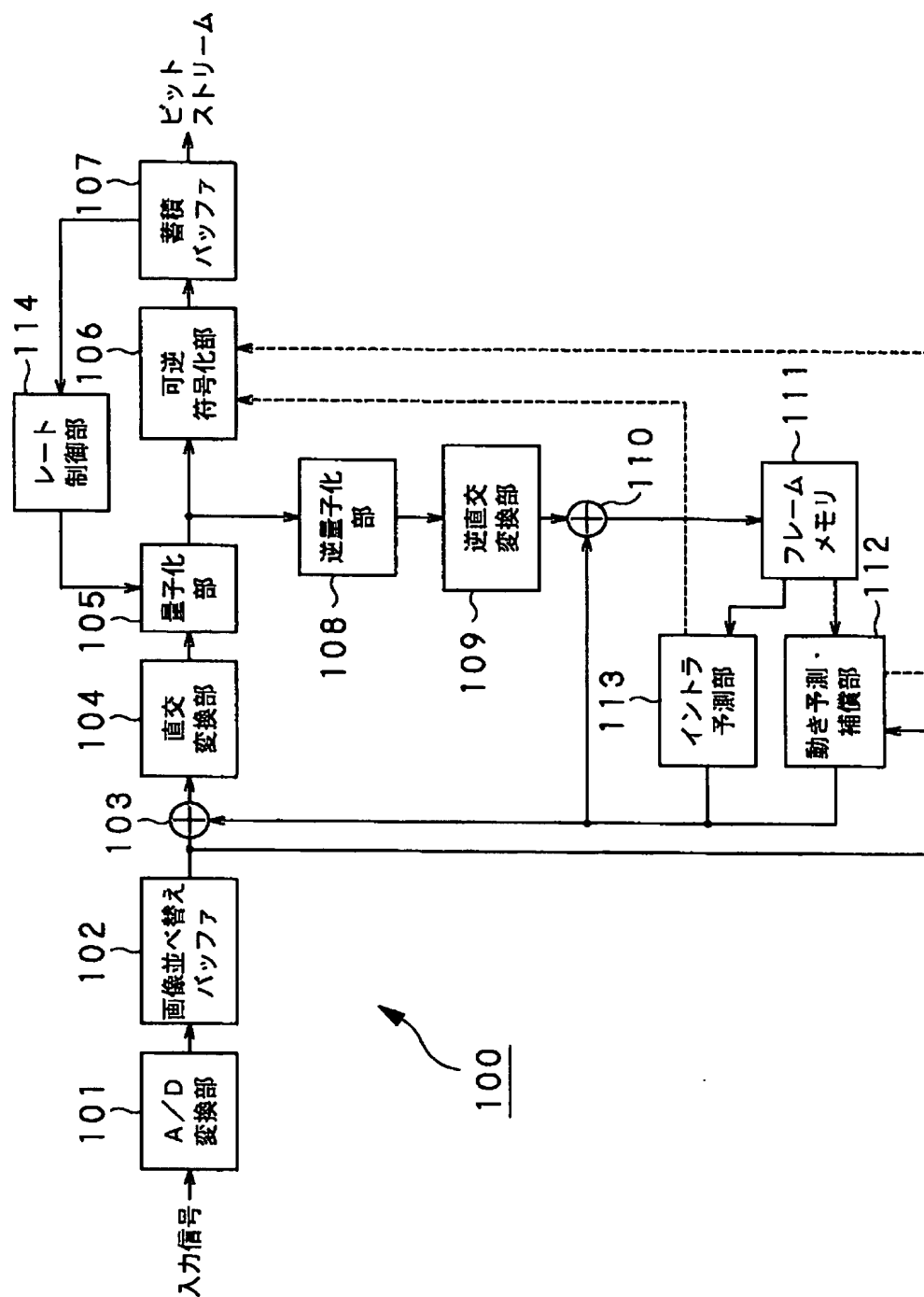


FIG. 1

[図2]

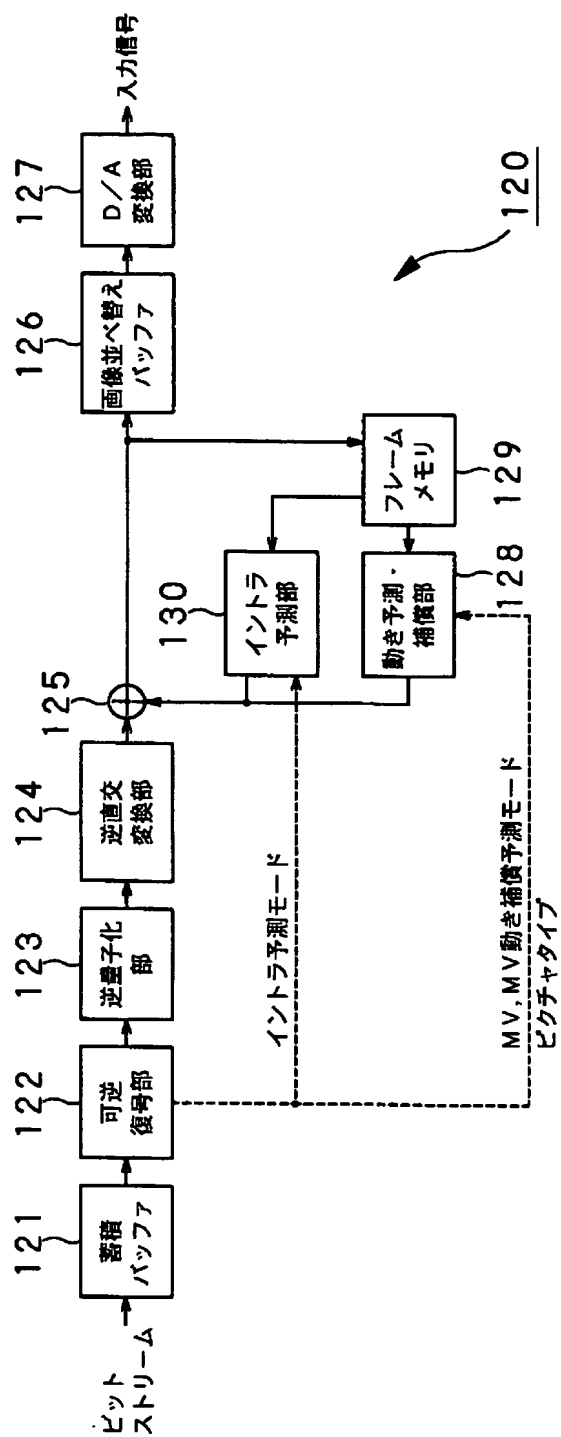


FIG.2

[図3]

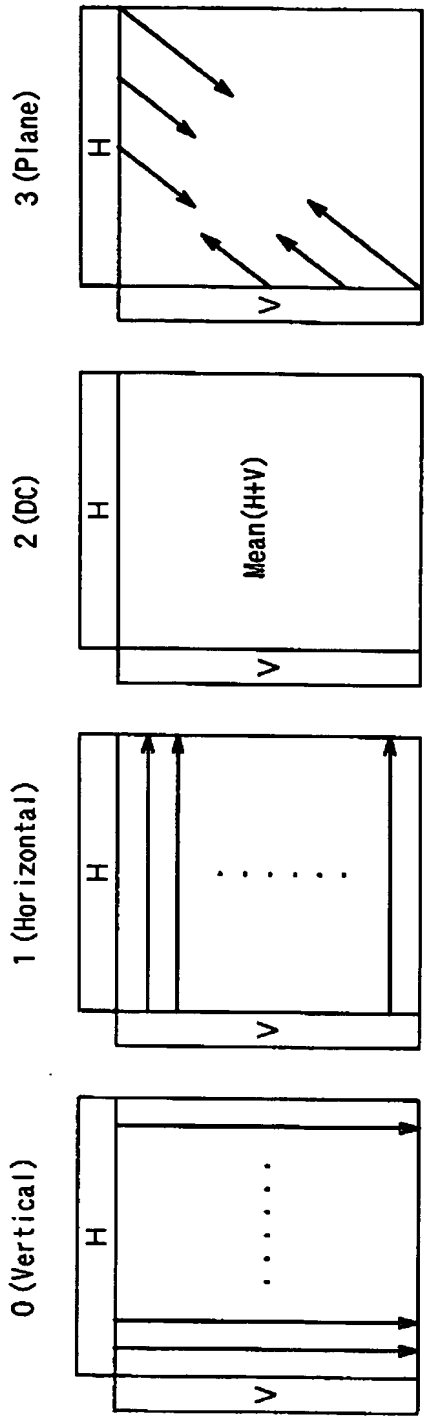


FIG.3

[図4]

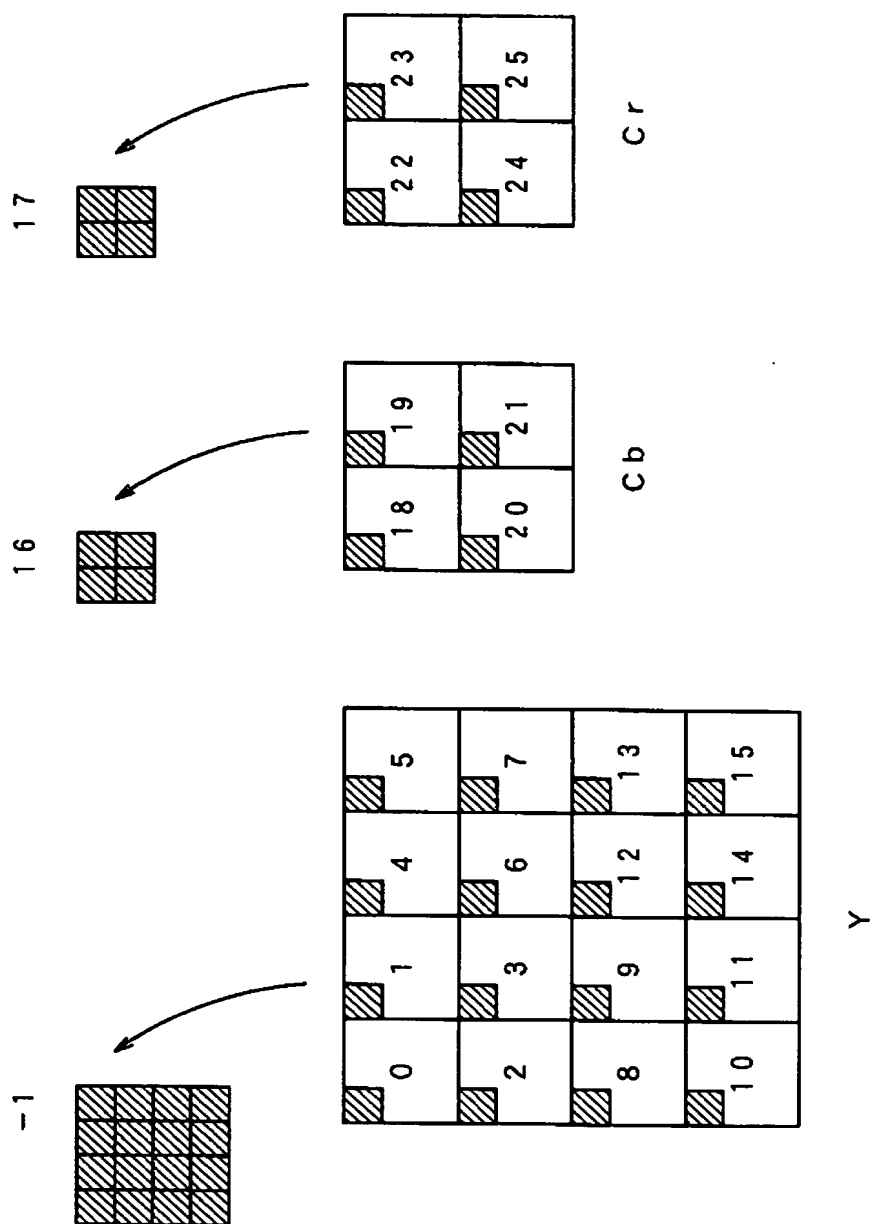


FIG.4

[図5]

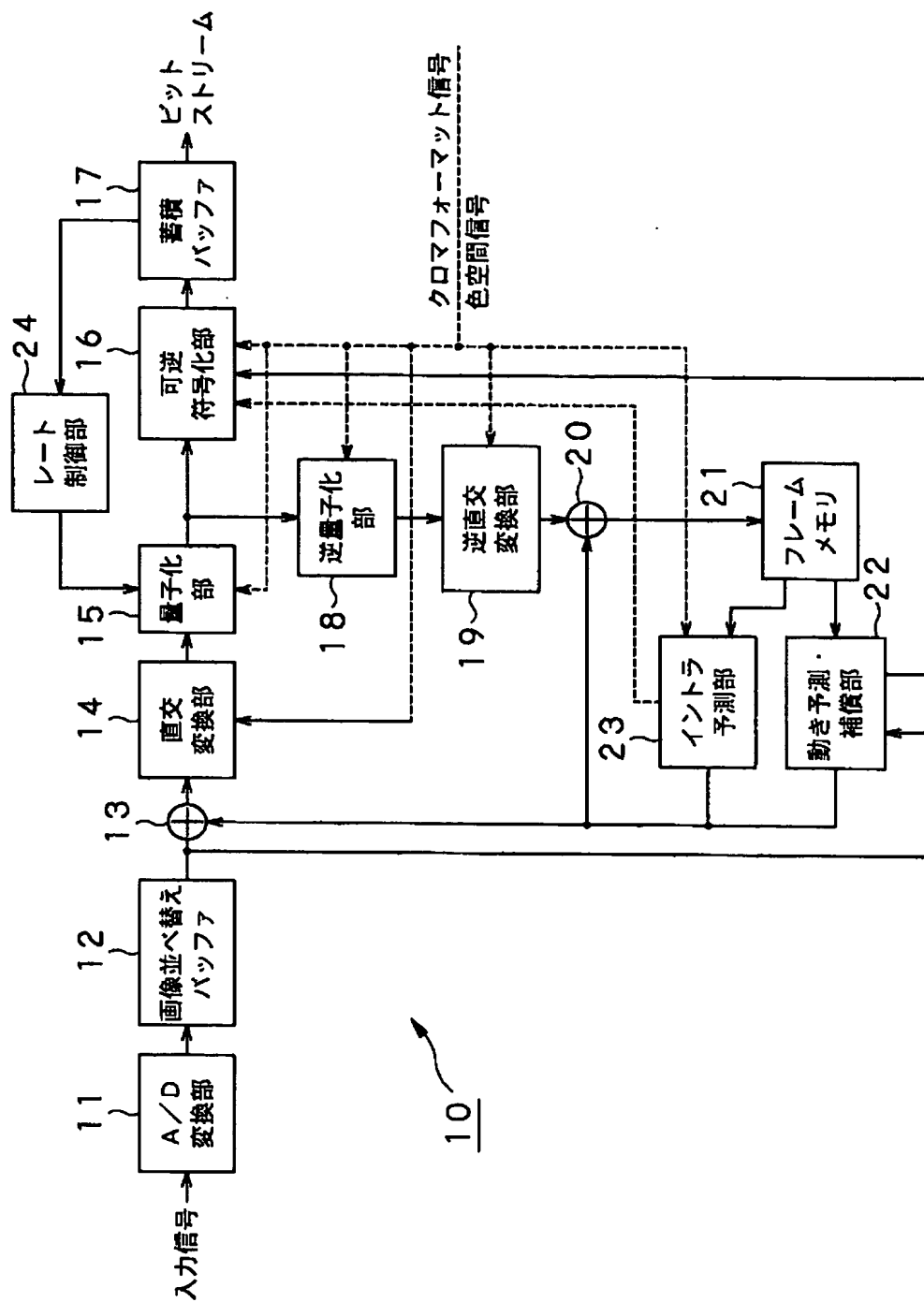


FIG.5

[図6]

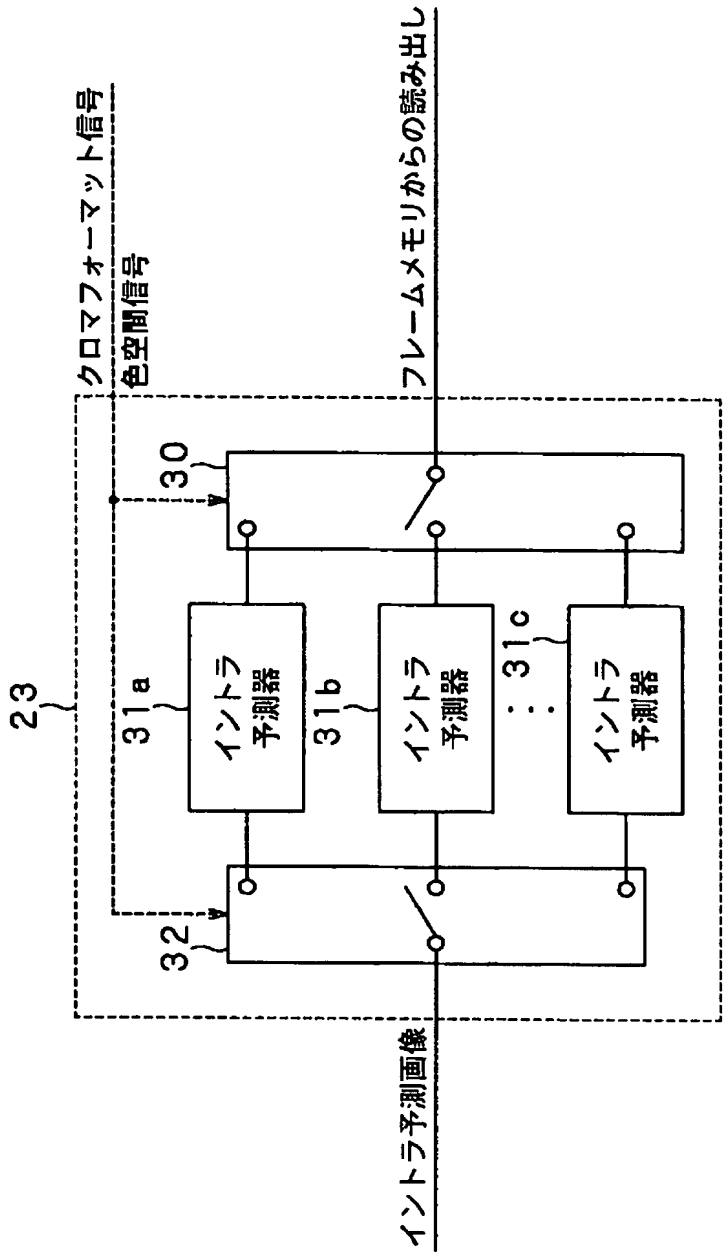


FIG.6

[図7]

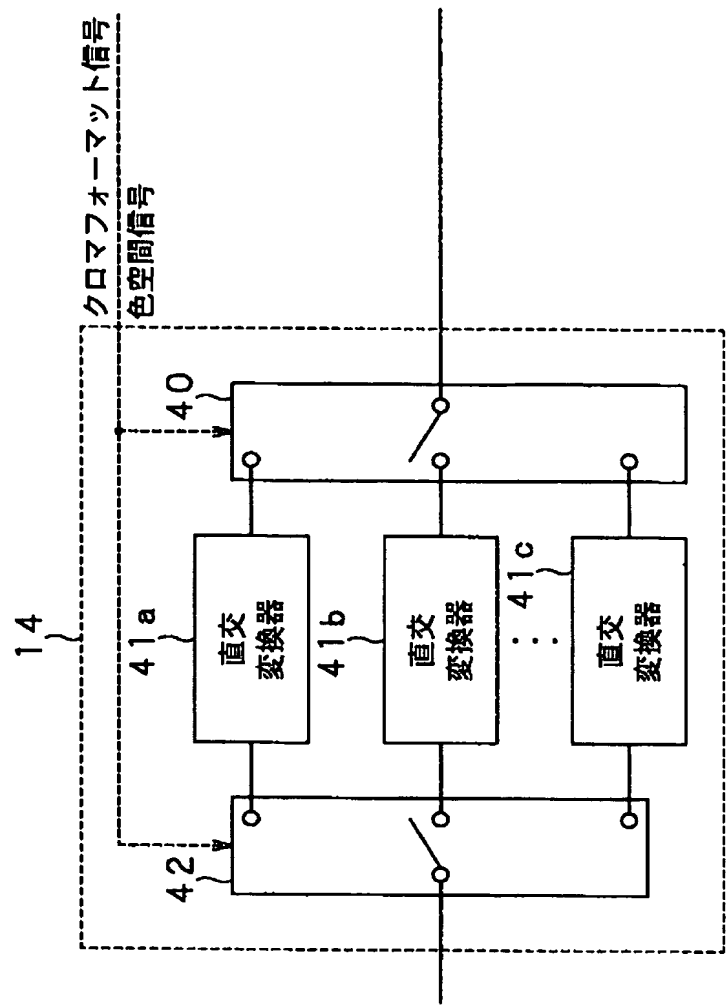


FIG.7

[図8]

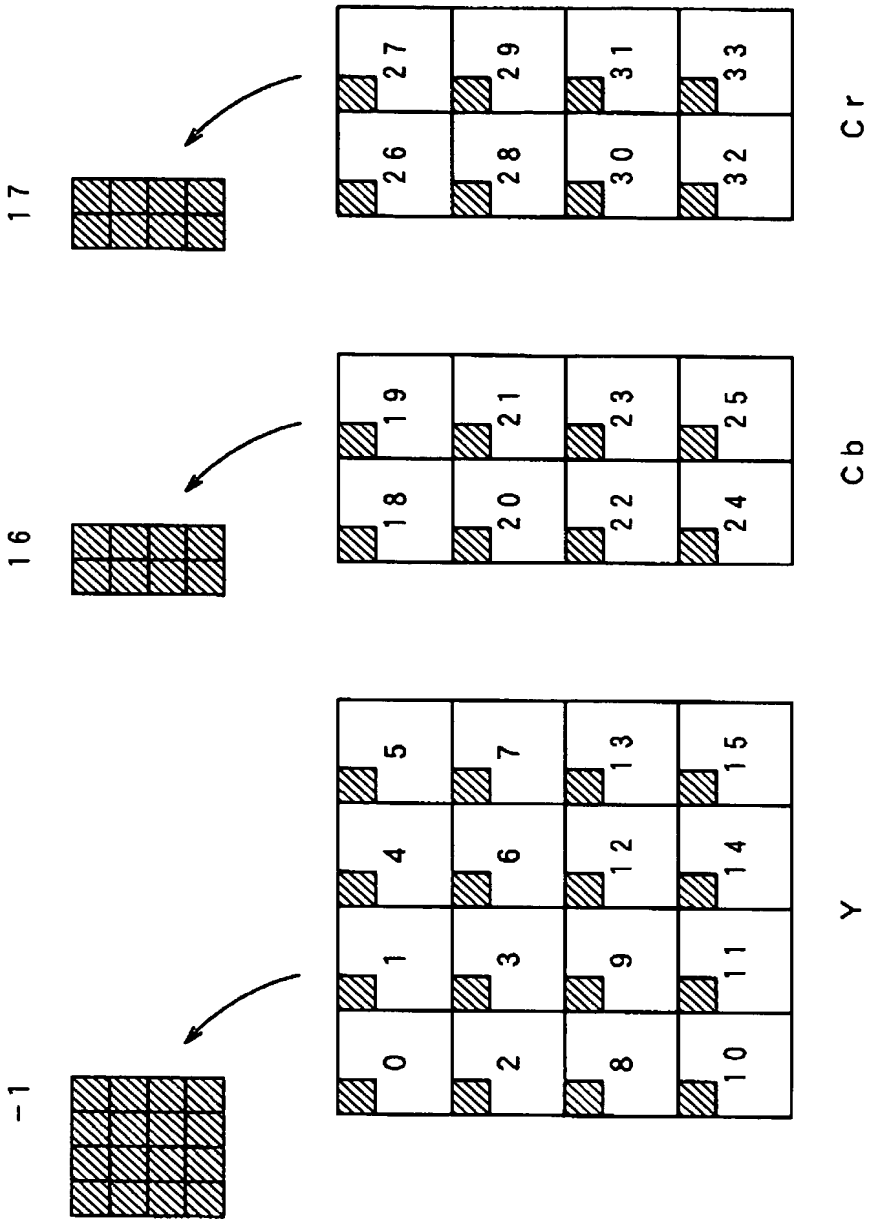


FIG.8

[図9]

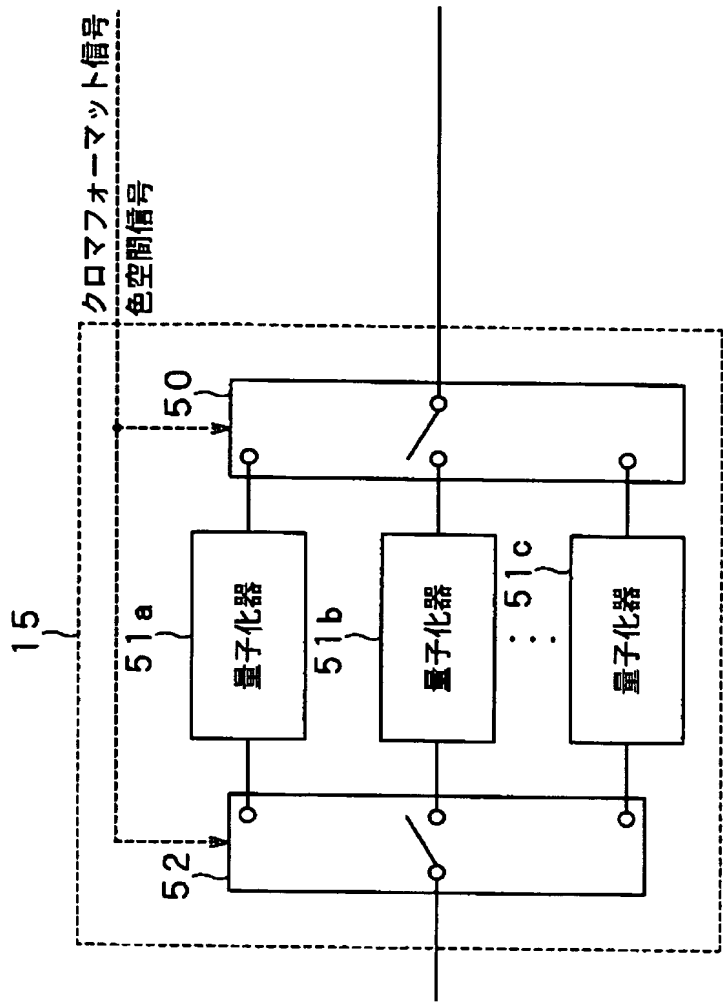


FIG.9

[図10]

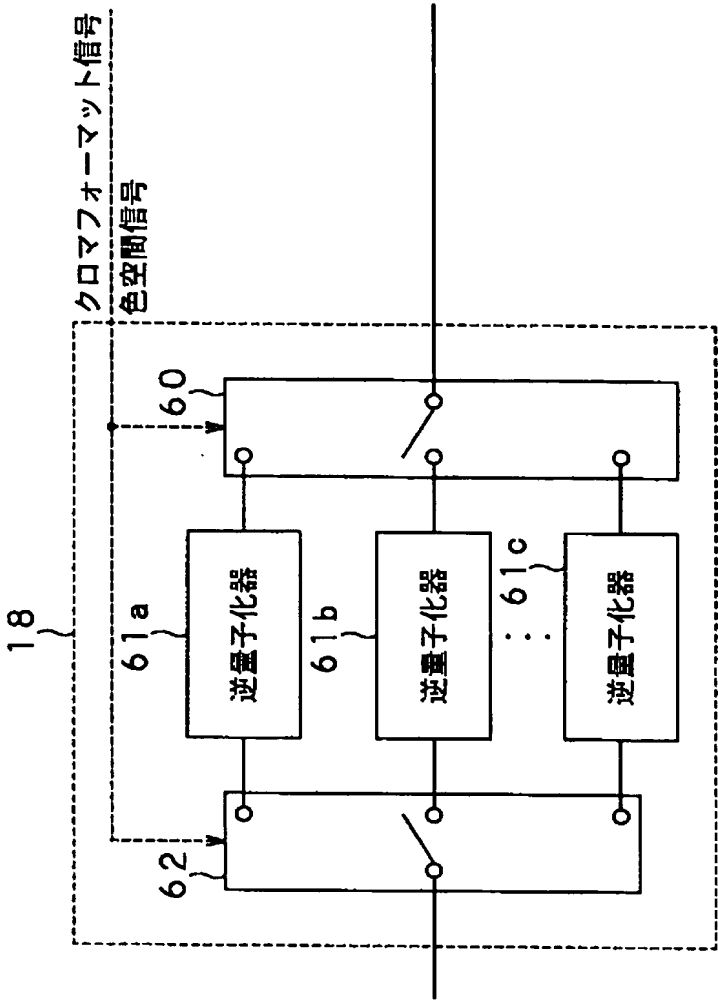


FIG.10

[図11]

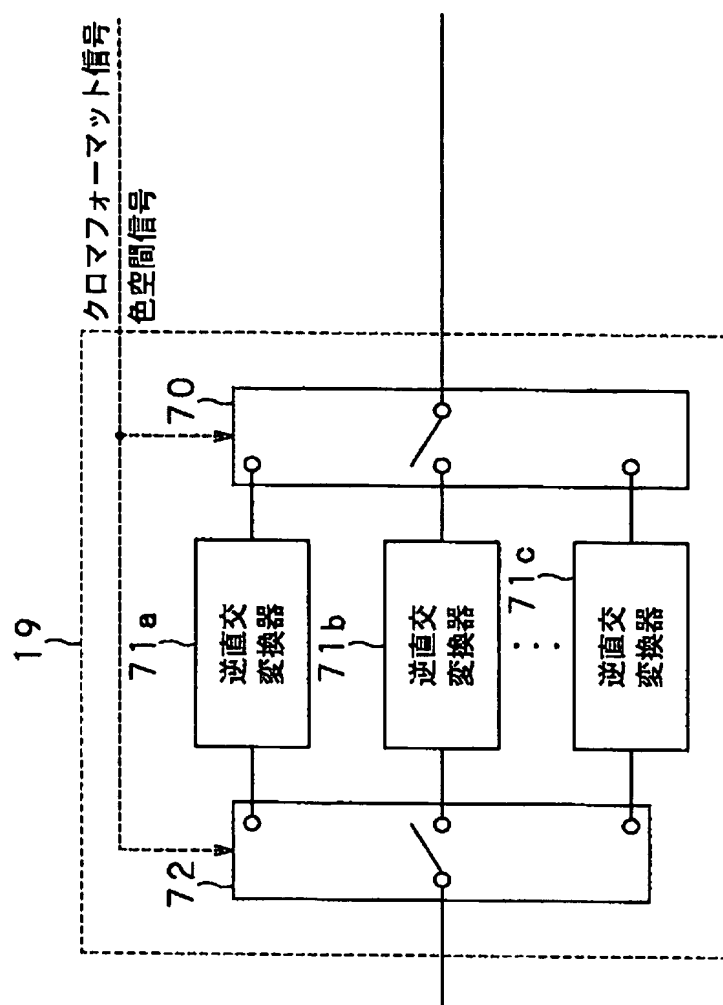


FIG. 11

[図12]

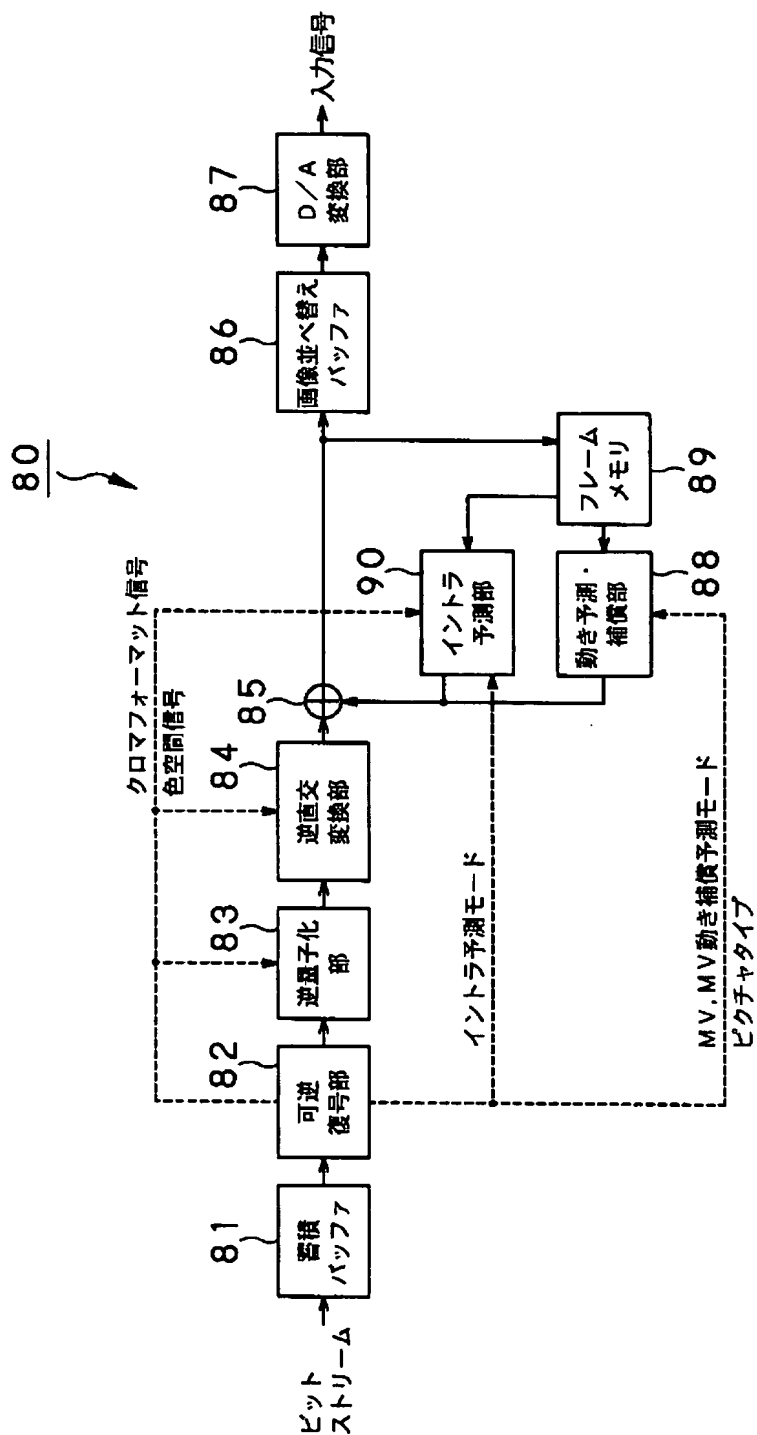


FIG.12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/010317

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H04N11/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H04N11/00-11/22, H04N7/24-7/68

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Video Coding Experts Group (VCEG). H.26L Test Model Long Term Number 6 (TML-6) draft0. [online]. 2001. pages 1, 11-18 [retrieved on 2003-08-01]. Retrieved from the Internet: < URL:http://kbs.cs.tu-berlin.de/~stewe/vceg/archive.htm#TML6 >	1-25
A	JP 8-336163 A (Mitsubishi Electric Corp.), 17 December, 1996 (17.12.96), Par. Nos. [0170], [0176] (Family: none)	1-25
A	JP 2000-23190 A (Sony Corp.), 21 January, 2000 (21.01.00), Par. No. [0056] (Family: none)	1-25

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
01 September, 2004 (01.09.04)

Date of mailing of the international search report
21 September, 2004 (21.09.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/010317

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 11-262003 A (International Business Machines Corp.), 24 September, 1999 (24.09.99), Par. No. [0022] & US 2002/44603 A1	1-25

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H04N 11/04

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H04N 11/00-11/22, H04N 7/24-7/68

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年、日本国公開実用新案公報 1971-2004年、
日本国登録実用新案公報 1994-2004年、日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	Video Coding Experts Group (VCEG). H.26L Test Model Long Term Number 6 (TML-6) draft0. [online]. 2001. p.1,11-18 [retrieved on 2003-08-01]. Retrieved from the Internet:< URL:http://kbs.cs.tu-berlin.de/~stewe/vceg/archive.htm#TML6 >	1-25
A	JP 8-336163 A (三菱電機株式会社) 1996.12.17 【0170】 【0176】 (ファミリーなし)	1-25

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

01.09.2004

国際調査報告の発送日

21.9.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号 100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

松永隆志

5P

4228

電話番号 03-3581-1101 内線 6973

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2000-23190 A (ソニー株式会社) 2000. 01. 21 【0056】 (ファミリーなし)	1-25
A	JP 11-262003 A (インターナショナル・ビジネス・マシーンズ ・コーポレーション) 1999. 09. 24 【0022】 & US 2002/44603 A1	1-25

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.